



منشورات الجامعة الأردنية

دراسات



جيو مورفولوجية جنوب الأردن

تأليف

الأستاذ يحيى فرحان الأستاذ صلاح بحيري
(قسم الجغرافية/الجامعة الأردنية) (قسم الجغرافية/الجامعة الأردنية)

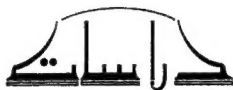
الدكتور محمد أبو سفيط
(قسم الجغرافية / جامعة النجاة)

الطبعة الأولى

عمان ١٩٨٩



منشورات الجامعة الأردنية



جيو مورفولوجية جنوب الأردن

تأليف

الأستاذ يحيى فرحان الأستاذ صلاح محيري
(قسم الجغرافيا / الجامعة الأردنية) (قسم الجغرافيا / الجامعة الأردنية)

الدكتور محمد أبو سفيط
(قسم الجغرافيا / جامعة النخيلة)

الطبعة الأولى

عمان ١٩٨٩

٥٥١٤ ر٥٣٢١

يحيى يفرحان

دراسات في جيومورفولوجية جنوب الأردن / يحيى الفرعان،

صلاح بحيري . - عمان: الجامعة الأردنية، ١٩٨٩

ص (٢٠٨)

ر.أ (١٩٨٩/١٠/٦٦٤)

١ - الجيومورفولوجية - الأردن أ - صلاح بحيري،

مؤلف مشارك ب - العنوان

(تمت الفهرسة بمعرفة دائرة المكتبات والوثائق الوطنية)

حقوق الطبع والنشر والتوزيع والترجمة محفوظة
للجامعة الأردنية

مطبعة الجامعة الأردنية

عمان ١٩٨٩

المحتويات

الصفحة

المقدمة : بقلم الاستاذ صلاح بحيري	٦-٥
مورفولوجية نجاد الحافة الشرقية لوادي عربة الأدن الاستاذ صلاح بحيري الاستاذ يحيى فرحان	٥٠-٧
جيومورفولوجية حوضه القويرة - وادي أحيمر بجنوب الأردن الاستاذ يحيى فرحان الاستاذ صلاح بحيري	٩٢-٥١
الآثار الجيومورفولوجية لمفاصل صخور الحجر الرملي بجنوب الأردن الدكتور محمد ابو سفت	١١٦-٩٣
التحليل المورفولوجي كركيزة لتنمية البادية الجنوبية الاستاذ يحيى فرحان	٣٤-١١٧
التقييم الجيومورفولوجي للوحدات الأرضية لأغراض التنمية في البادية الجنوبية الاستاذ يحيى فرحان	٧٩-١٣٥
التخطيط العمراني وتقييم أخطار الفيضانات في المناطق الجافة، حالة دراسية : منطقة العقبة الاستاذ يحيى فرحان	١٦-١٨١

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الأستاذ صلاح الدين بحيري

يرين على تفكير جاهرة من العلميين وأنصافهم، ما يقال في كثير من المحافل عن تواضع الموارد الأرضية للأردن، وبالتالي ضيق قاعدته الاقتصادية، ومحدودية فرص تنمية موارده الأساسية، وباعتقادنا أن هذه المقولات المحيطة تجافي الواقع الى حد بعيد، بل لعلها أبلغ دليل على أننا حتى الآن لم ننجح في دراسة مواردها الطبيعية، وتقييمها تقييماً دقيقاً، كما لم يستثمر المتاحة منها على الوجه الأمثل، خاصة في جنوب الأردن.

وإذا كان السكان قد تركزوا حول الموارد التقليدية المنظورة على ظاهر الأرض بالركن الشمالي الغربي من البلاد، فإن خلوجه الصحراء الشاسعة في الجنوب من الموارد السطحية الملموسة هو سر عزوف المواطنين عن الاستقرار بمنطقة رحبة تتجاوز مساحتها ثلاثة أرباع رقعة المملكة، أي أن الاتجاه السائد حتى الآن هو نحو تكديس سكاني بنطاق أرضي محدود في الشمال، وتخلخل وخواء في بقية أرجاء البلاد.

نتيجة لذلك، يعاني شمال الأردن حالياً من استغلال انتهازى جائز مفرط لموارده الأرضية، سواء في المياه التي تنضب أو تتردى نوعيتها، والتربة الطيبة التي تختفي تحت وطأة زحف عمراني متفجر، أو تجرفها مياه السيول على المنحدرات. ثم النبات الطبيعي الذي ما زالت الجهود قاصرة عن صيانة ما تبقى منه، أو مد رقعته بالسرعة المرغوبة. وبناء على ذلك كله لم يبق أمامنا سوى السعي في ذلك المجال الرحب لأراضي الجنوب المتراصة حيث تتسع رقعة الدولة هنا أكثر ما تتسع، وتشتمل على موارد بدئية في استغلال بعضها، وما برح أكثرها مهملاً ولم يكشف النقاب عنه حتى الآن.

والحقيقة هناك عدد لا بأس به من الدراسات التي أجراها باحثون أردنيون وأجانب وهيئات خاصة شملت جوانب مختلفة من عناصر البيئة الطبيعية لجنوب الأردن، إلا أن هذه الدراسات رغم جديتها لا تشكل سوى أشتات في اتجاهات متفرقة، يلزم تجميعها ودعمها بدراسات جديدة لسد أوجه النقص بها أو تصويب معلوماتها، وذلك قبل أن يمكن اتخاذها ركيزة لخطة تنمية إقليمية شاملة متكاملة، تفرط طاقات الأرض، وتعمل على تثبيت الأهالي بها، بل واستقطاب هجرة معاكسة من الشمال الى الجنوب، عندما تجتذب فرص العمل المتاحة للطامحين من الشباب.

فالأرض ليست ضئيلة كما يتبادر الى الأذهان، بل هي مهمة لم تكتشف، وخير أمثلة على ذلك قيام بدو منطقة الحيمة بزرعة مساحات من الأشجار المثمرة عند حضيض جرف رأس النقب، ونجحت التجربة أيما نجاح، و بالمثل نجحت زراعة بساتين التفاح وغيره بمرتفعات رأس النقب على منسوب ١٦٠٠ متر حيث يشكل تساقط الثلوج شتاء عاملاً مساعداً على نجاح هذا المحصول.

هذا بالنسبة لامكانات الاستغلال الزراعي، وما قيل عنها يمكن أن يقال عن مجالات اقتصادية أخرى كالسياحة والتعدين والمحاجر وتنمية الموارد المائية والرعية، وبالتالي فإن احتمالات معطيات الأرض في الجنوب يمكن أن تغير من النمط التوزيعي للسكان. من هنا تبرز أهمية توجيه مزيد من الأعمال البحثية الهادفة صوب هذا الشطر من البلاد، وقد أدرك الأستاذ يحيى فرحان هذه الحقيقة منذ سنوات، عندما شرع في إجراء مسوحات ميدانية مكثفة بالبادية الجنوبية بدعم من عمادة البحث العلمي بالجامعة الأردنية، فكانت ثمارها مجموعة الدراسات التي يضمها هذا الكتاب، والتي كان لي شرف الاسهام في بعض منها.

ويتألف هذا الكتاب من ستة مباحث، ثلاثة منها يغلب عليها الطابع الأكاديمي، إذ تعالج الجوانب الجيومورفولوجية وتطور اللاندسكيب بفعل عمليات طبيعية ظاهرة وباطنية، أسفر نشاطها على مر الأزمنة الجيولوجية عن الصورة الراهنة لمعالم سطح الأرض، وهنا عادة ما يطرح التساؤل: وما علاقة كل ذلك بتنمية الموارد؟ وردا على هذا التساؤل يمكن القول بأننا إذا أمنا بأن الأرض هي مجال التخطيط، وأن رفاهية الإنسان الذي يعيش عليها هي هدف كل برامج التنمية، فإن أشكال الأرض والعوامل والعمليات الدينامية التي أسهمت وتسهم في صياغتها وتغييرها، هي بالضرورة قضايا ينبغي فهم ألياتها، والالام التام بطبيعتها عند جميع المعلومات والبيانات لأية خطة مقترحة.

فمصادر الرمال السافية، واتجاهات تجمعاتها الزاحفة، وحجم السيول وجهدها في دفع حمولة الرواسب، وأحجام الكتل الصخرية المكونة لهذه الحمولة، ومصادر إشقاقات التربة، ونسبة ما بها من أملاح، هذه وغيرها كثير أمثلة توضح قيمة الدراسات الجيومورفولوجية البحتة عند اختيار تنفيذ مشاريع الطرق، واستصلاح الأراضي لأغراض الزراعة والإسكان، ودرء أخطار الفيضانات، وخبز المياه السطحية، وتغذية الخزانات الجوفية وغيرها.

لذلك فإن ثلاثة مباحث من الكتاب الذي بين أيدينا الآن، قد خصصت للجوانب التطبيقية، بدءا من أساليب التحليل المورفولوجي التي يمكن تطبيقها على إقليم البادية الجنوبية، بهدف تحديد علمي لوحدها الأرضية، وفق معايير دقيقة، تمهيدا لتقييم إمكانات تنمية كل منها، في ضوء المعطيات التي تسفر عنها الدراسة، وانتهاء ببحث عن التخطيط العمراني لمدينة العقبة، مع التركيز على مخاطر السيول في المنطقة، وتحديد اتجاهات النمو الصحي للأمن لهذه المدينة.

وغني عن البيان القول بأن الجيومورفولوجيا التطبيقية، أو التطبيق الجيومورفولوجي لحصلة هذه المادة من المعلومات في أغراض عملية، ما زالت عندنا في بداية الطريق، وإذا كانت بعض مباحث هذا الكتاب قد تطرقت لشيء من تلك القضايا الحيوية، فإن الطريق أضحى ممهدة الآن لكي يواجه المشتغلون بالجيومورفولوجيا من الأردنيين جهودهم نحو مجالات تطبيقية، يمكن أن تسهم بجدية في مشاريع التنمية التي باتت ضرورة ملحة في مرحلة الاعتماد على الذات الحالية.

«مورفولوجية نجاد الحافة الشرقية لوادي عربة الأدنى»

الأستاذ يحيى فراحان

الأستاذ صلاح بحيري

Geomorphology of the Granite horst on the lower, eastern Wadi Araba, Jordan

Abstract

Two complementary geomorphic units are distinguished in Southern Wadi Araba; a zone of degradation in the mountain borderlands, and a zone of aggradation along the foothills. The mountain country considered here is a composite fault-block horst in which differential movements along intersecting structural lines have entailed the formation of numerous intervening grabens among uplifted granite blocks. Fossil forms such as pediments and pediment passes, along with granite saprolites, tors, and old rock slides were recognised and dated in various localities. The origin and development of the wadi network in the mountains is discussed in view of the structural pattern and lithological variations. Within the zone of aggradation, a late Tertiary alluvial piedmont along the Gulf of Aqaba coast is thoroughly investigated. Also, old fanglomerates, recent bajadas, sabkhas and eolian sands in Wadi Araba are treated in some detail.

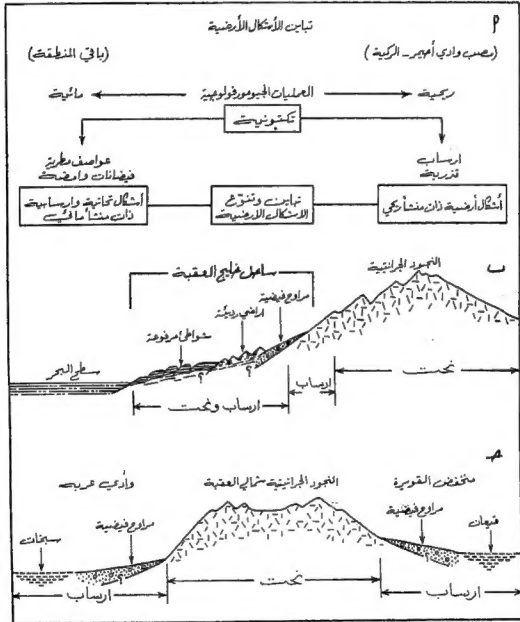
١. المقدمة :-

تغطي المنطقة المشمولة بهذه الدراسة مساحة محدودة من الأراضي الجبلية، التي تشكل الحافة الشرقية لحفرة الانهدام الصدعي بكل من وادي عربة الأدنى، ورأس خليج العقبة. ولعل أهم ما يميز هذه المنطقة تنوع أشكالها الأرضية، نتيجة لتباين التركيب الصخري، واختلاف ظروف البنية، وعوامل التشكيل (شكل ١). فمن الناحية الجيومورفولوجية تشتمل المنطقة على وحدتين جيومورفولوجيتين رئيسيتين متكاملتين هما: نطاق نحت بالأراضي الجبلية، ونطاق أرساب عند حضيضها.

ففي النطاق الجبلي، تختلف عمليات النحت والتجوية بصخور القاعدة النارية عن مثيلاتها برسوبيات الحجر الرملي والطبقات الكلسية في الشمال، أو عن توضعات سفح الحضيض الفيضي Alluvial piedmont جنوبي مدينة العقبة، و ينعكس ذلك كله على الأشكال الأرضية. فمن تلال الجرانيت المسنة الذري، المحددة السفوح، ينتقل المسافر شمالا إلى أراضي الكوارتز ديوريت دائرية الذري، ثم إلى غرابين الجليف النموذجي، ومنها إلى هضبيات الحجر الرملي التي تشقها أودية خانقية قائمة الجوانب، تضرب منابعها في مضاب الحماد الكلسية المرفوعة شمالي جروف رأس النقب. وفي أقصى الجنوب يتجلى أثر المياه

الجارية والانهدارات الأرضية في تقطيع أوصال سفح الحوض الفيضي، محولة إياه الى نمط مثالي من الأراضي الوعرة (الردئية) Badlands.

أما نطاق الارساب فيشتمل شريطين من سفوح البهادا على جانبي الجبال الجرانيتية، وعلى امتداد قواعدهما. وتتألف هذه السفوح من مجموعة مراوح فيضية قديمة متراكلة، بفعل



شكل (١)

تباين العمليات الجيومورفولوجية والأشكال الأرضية في منطقة الدراسة

النشاط الحثي للأودية المتصافية، بحيث تظهر بقاياها كمدرجات نهريّة، خاصة على جانبي المجرى الرئيسي لوادي اليتّم ورافده وادي يتم العمران، ووادي الشقيري الذي يصرف فوهة الشقيري غربي خربة الخالدي (شكل ١ ب). بينما في وادي عربيّة، تعتلي مجموعة من المراوح الحديثة بقايا المراوح الفيضية، بيد أن أحجام تلك المراوح تتضاءل بالاتجاه شمالاً، حيث تجري الأودية فوق نجاد الحجر الرملي، فحالماً تلقى السيول حملتها من حبيبات الرمال عند المصبّات، تبددها الرياح، قبل أن تعود فتجمعها بعدد من الأشكال الرملية الهوائية.

٢. التعبير المورفولوجي للأطوار البنائية :-

تشكل النجاد سلسلة جبلية متصلة مسافة تربو على ثمانين كيلومتراً ابتداء من جنوبي مدينة العقبة حتى الحدود الشمالية (دائرة عرض غرندل) لمنطقة الدراسة. ومن المعروف أن الأطوار المورفولوجي العام لهذا الحزام الجبلي قد قرّره تكتونيات الحفرة الانهدامية الكبرى وما رافقها من صدوع رئيسية أدت إلى نهوض نطاق أرضي كضهر نافر Horst بين غوربين Graben هما وادي عربيّة وخليج العقبة في الغرب، ووادي اليتّم ورافده، يتم العمران ثم من منخفض القويرة في الشرق (شكل ٢). غير أن الصورة البنائية ليست بهذه البساطة، إذ تعرض الجزء الشمالي من الضهر الرئيسي إلى التصدع معاً أدى إلى تكون غرابن الجليف من جهة، وتقطعه إلى عدد من الشرائح الأرضية الصغيرة والتي هيبت أو نهضت بمعدلات متفاوتة. كذلك تعرضت الأراضي شرقي الجزء الجنوبي من الضهر الرئيسي إلى التصدع التفاضلي مما ترتب عليه رفع شرائح أرضية وارتماً أخرى. وقد كان لتلك الصدوع دوراً كبيراً في تقرير نمط شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة.

وقد بدأ نشاط تكتونيات الأخدود الأفريقي الآسيوي العظيم - الذي يشكل خليج العقبة ووادي عربيّة قسماً منه - منذ عصور جيولوجية سحيقة*، تعود إلى حقبة ما قبل الكامبري، حين نشأ نطاق الضعف القشري الرئيسي، الذي انبثقت عبر صدوعه ومفاصله التكتونية فيما بعد، اندساسات الصهير فغزت بلوطونيات الدرع العربيّ النوبي بالمنطقة، ممثلة بما يشاهد من قواطع وشواطير وعروق نارية، صخورها متبلورة أيضاً، تظهر للعيان كشبكات غاية في التعقيد سواء من حيث النمط أو التركيب المعدني. وترجع أهميتها بالنسبة

* لمزيد من التفاصيل حول نشأة هذا الأخدود انظر:-

بجيوي، صلاح الدين، ١٩٧٢، جغرافية الصحارى العربية، عمان، ص ٥٤ - ٦٠. وكذلك:

Bender, F., 1974, Explanatory notes on the geological map of the Wadi Araba, Jordan. Geol. Jahrb., Reihe 13, Heft 10, Hanover, p. 36.

Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, M., Derin, B., and Weissbrod, T., 1970, The shear along the Dead Sea Rift. Philos. Trans. R. Soc. Lond., Ser. A., 267, 107-130.

Grindler, R.W., and Styles, P., 1974, Two stage Red Sea floor spreading. Nature, 247, 7 - 11.

لهذه الدراسة في كونها أحد الضوابط الهامة لعمليات التجوية، وتقرير أنماط شبكات التصريف الراهنة وكثافتها.

استمرت نبضات الباطن بعد ذلك نوبات متعاقبة تفاوتت في جهودها وطول فتراتها، مما أسفرت عن دورات جيومورفولوجية نشطت خلالها عمليات النحت والارساب، بيد أنها لم تخلف على سطح اللاندسكيب الحالي، سوى بقايا أشكال احفورية كمصاطب الكنجلومرات المعروفة باسم مجموعة «سرموج» شمالي بئر غرنديل، وقواعد كويستات متأكلة من الحجر الرملي الكامبري غربي القويرة وفي غرابن الجليف، وشيء من بقاياها جنوبي الرصيف العائم بالعقبة، إضافة إلى سطح تسوية (بقايا شبه السهل التحتاني القديم) دفن تحت صخور الحجر الرملي الكامبري بالجزء الشمالي من الظهر الرئيسي، وصحراء حسما إلى الشرق منه.

لئن كان التعبير المورفولوجي للمعالم السابقة محدوداً ضمن أراضي النطاق الجبلي، فإن الخطوط العريضة للأشكال الأرضية الإقليمية قد تقرررت فعلاً بمقدم الحركات التفرولوجينية Taphrogenic أبان عصر الأوليجوسين، عندما غارت حفرة الانهدام على طول وادي عربة وموضع خليج العقبة، وانتصب النطاق الجبلي إلى الشرق منهما. ومن ثم تحددت الملامح الجيومورفولوجية الرئيسة للنجاد. وعندما تجدد النشاط على خطوط الصدع القديمة خلال ما تبقى من حقبة الثلاثي، نهضت شرائح أرضية جبلية مصدوعة Block faulting، وهبطت أخرى كأغوار ثانوية فيما بينها، بحيث تظهر الكتل المرفوعة الآن كقمم شامخة، يعلو بعضها أكثر من ١٥٠٠ متراً فوق سطح البحر، كقمة باقر على مسيرة خمسة عشر كيلو متراً شمال شرق مدينة العقبة، وقمة جبل الرتوة على بعد عشرة كيلو مترات شرقي باقر، وعلى مقربة منها قمة أم رخم توأمها الشمالي (شكل ٢ وشكل ١ ب). أكثر عدداً من هذه، مجموعة القمم التي تتجاوز ١٢٠٠ متراً مثل جبل كريمة والسمرا في الجزء الجنوبي شرقي الخليج، وكتلة الشقيري والمهتدي والعرف في الجزء الأوسط، والأشهب والحميمة شرقي الجزء الشمالي من الظهر الرئيسي. أما القسم الشمالي منه فتتدنى مناسيبه دون ذلك، حيث تخفتي شرائح صخور القاعدة النارية تحت توضعات رسوبية سميكة من الحجر الرملي، تعلوها طبقات كلسية ومارية وصوانية.

ونظراً لرخاوة هذه الرسوبيات ومرونتها بالقياس لمركبات الجرانيت القاسية، فإنها استجابت لحركات الباطن بالطي أو الميل، فبذت طبقاتها في بعض المواضع، كتلا مصدوعة مطوية Tilted faulted blocks، تميل بدرجات تتراوح بين ٢٠ و ٣٠ درجة، في اتجاهات رميات الصدوع، مشكلة عدداً من ظهور الخنازير Hogbacks، توجد أفضل نماذجها شمالي الموقع الأثري للحميمة (شكل ٣)، وفي مواضع أخرى على أطراف الحافة الصاعدة لوادي عربة، فيما بين المصب المشترك لوادي الركية - أحيمر وجبل غرنديل، وشمالي جبل الجليف وفي غرابن الجليف. فهناك يبدو عنف التخلعات الأرضية Dislocations على جوانب خطوط الضعف، حتى لتظهر طبقات الكلس والطباشير الأيوسيني مقابل كتل الصخور الجرانيتية.

وتخضع طبقات الكريتاسي الرملية دون منسوب صخور القاعدة النارية لما قبل الكامبري، ناهيك عن التباين الصارخ في مناسيب بقايا السطح التحتاني القديم في صخور القاعدة النارية ذاتها.

تلك هي أبرز معالم السلسلة الفقرية للنجاد الغربية، حيث تشاهد شبكات الصدوع والفوالق الأرضية وقد مزقتها بدرجات مختلفة في كل موضع (شكل ٢)، وإذا كانت الحركات التكتونية قد بلغت أوجها حول منتصف الحقب الجيولوجي الثلاثي، فقد توالى تأثيرها ببطء عبر الحقب الرباعي، بلليل استمرار الزحزحة الأفقية والرفع وخضوع قاع وادي عربة (١)، و يبدو هذا واضحاً من الشواهد الجيومورفولوجية الميدانية كهبوط أسطح مجموعة المراوح الفيضية الكبرى التي ظلت نشطة عند حضيض النجاد الجرانيتية حتى أواخر البليستوسين عندما توقف بناؤها، لتتشأ فوق رؤوسها مجموعة حديثة من المراوح الصغرى، ما برحت في بداية طور البناء و يصل ميل أسطح بعضها ١٢ درجة. أمثلة هذه المراوح الجنيينية كثيرة، لعل أبرزها ما يواكب قواعد جبل الدحيلة وجبل ضربة الى الغرب مباشرة من سبخة طابة.

على النقيض من ذلك، فإن الشواطئ المرجانية المرفوعة قرابة خمسة وأربعين متراً فوق مستوى مياه الخليج الحالية على امتداد سفح حضيض فيضي جسيم جنوبي مدينة العقبة فهي دليل على عمليات نهوض غاية في الحدأة، وبناء على ذلك يمكن القول بأن عمليات الخسف الأرضي التي يتعرض لها قاع وادي عربة بالنسبة للضهر الجرانيتي في الشمال، يقابلها عمليات رفع للميابة بالنسبة للشاطئ الجنوبي الشرقي من الخليج، وتلك حقيقة لها أبعاد هامة فيما يتعلق بمورفولوجية المراوح الفيضية بالمنطقة، على نحو ما سنوضح بعد قليل.

٣. الوحدات الجيومورفولوجية :-

تنقسم منطقة الدراسة من الناحية الجيومورفولوجية الى وحدتين رئيسيتين متميزتين وهما : نطاق النحت بالضهر الجرانيتي (الحزام الجبلي)، ونطاق الارساب بامتداد قواعد.

٣٠١ - نطاق النحت :-

تحدد مجموعة القمم الجبلية بنطاق الصخور الجرانيتية المنابع العليا لروافد عدد كبير من الأودية التي تتحد شرقاً الى منخفض القويرة وحوض وادي اليتم، وأخرى تصب غرباً في منخفض وادي عربة وخليج العقبة (شكل ٣)، و يتميز الفاصل المائي بين كلا المجموعتين

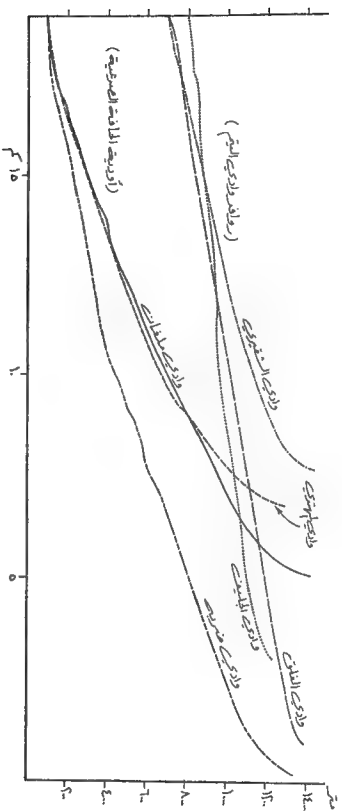
١. Freund, R., 1965, A model of the structural development of Israel and adjacent areas since Upper Cretaceous times, Geol. Mag., 102, 189 - 205.
Zak, I., and Freund, R., 1966, Recent strike-slip movement along the Dead Sea Rift. Isr. J. Earth-Sci, 15, 33 - 37.
Ben - Menahem, A., 1981, Variation of slip and creep along the Levant Rift over the past 4500 years. Tectonophysics, 80, 183 - 197.

بحدته وترنحاته في كثير من المواضع، بينما تضيق معالمه حتى ليصعب تمييزه في مواضع أخرى. وترجع أسباب ذلك الى عدم تكافؤ معدلات النحت بصفة عامة على الجانبين، فضلاً عن عمليات القرصنة النهرية التي تمت أو توشك بين منابع عدد من الأودية لصالح التصريف المائي المتجه الى وادي عربة، ففجأة حفر الانهيار اذ يشكل مستوى قاعدة مؤقتة دائب الخضوع والزحزحة الأفقية في الغرب، فإن معدلات انحدار الأودية المنصرفة اليه تزداد وعورة مما يؤدي الى تسارع عمليات النحت المائي، وبلوغ المنابع في قطعها الصاعد ذرى الجبال، وبالتالي يضيق الفاصل المائي فلا يتجاوز عرضه بضع عشرات الأمتار في كثير من الأحيان.

على النقيض من ذلك فإن المقاطع الطولية (شكل ٤) للأودية المتجهة شرقاً الطف انحداراً، ومستويات قواعدها الموضعية بكل من وادي اليم ومخفض القيرة، أعلى منسوباً وأكثر استقراراً مما عليه الحال بالنسبة لقاع وادي عربة، لذلك كانت عمليات النحت المائي بكافة أودية المنحدرات الشرقية للنجاد الجرائيتية – رغم نشاطها بدليل تكون المصابب النهرية على جانبي وادي الشقيري – أقل عنفاً من نظيراتها على الجانب الآخر، يضاف الى ذلك حقيقة مناخية هامة، وهي احتمال تفاوت كميات الأمطار، وبالتالي صبيب الأودية على الجانبين، فبينما تقع المنحدرات الغربية في مقتل المنخفضات الجوية مما يضطر كتل الهواء الرطب للصعود، وهطول شيء من الأمطار الوفيرة نسبياً على تلك السفوح، تصبح المنحدرات الشرقية في نطاق ظل المطر، فلا يصيبها منه سوى النزر اليسير. فإذا كان توافر عنصري الانحدار والصبيب هما أهم بواعث استثناء النشاط الحثي لياه السيول، فإن وفرة نصيب أودية الجانب الغربي للنجاد منها كانت سبباً في سرعة استطالة منابعها لتأثر أحواض عدد من الأودية الشرقية، وتحويلها الى وادي عربة. ومن أبرز الأمثلة على ذلك وادي أحيمر الذي تمكن من أسر حوض وادي جمام بأكمله، في حين يسعى حالياً أحد روافده النشطة لتكرار الأسر بالنسبة للقناة الرئيسة لوادي الغريز (٢). وعندئذ يكون قد تم تحويل محصلة حوض هيدرولوجي واسع، ينتشر على منحدرات جروف رأس النقب غربي طريق العقبة، الى وادي عربة حيث المصب المشترك لوادي أحيمر – الركبة جنوباً بئر غرنندل.

وتتجلى عمليات الحفر السريعة لأودية الحافة الغربية من خلال المقاطع العرضية لطائفة كبيرة من الأودية القصيرة الناشئة على سفوح الجبال ابتداء من كتلة جبل الشقيري في الجنوب حتى جبل ضربة في الشمال، فهنا تشكل القنوات الرئيسة لتلك الأودية خنادق مصدقة متعمقة، تحفها جروف حائطية وعرة جرداء، تزيد معدلات انحدارها على ٣٠ درجة، ومن خلال القياسات التي أجريت على أحد هذه الأودية شرقي واحة النخيل البرى عند بئر طابا، تبين أن عرض بطن الوادي عند خروجه من الجبال يبلغ ٢٢ متراً، بينما تقترب

٢. Beheiry, S.A., 1972, Desert landscapes in Southern Jordan, Faculty of Arts Jour., University of Jordan, 3, p. 13.



شكل (٤)
المقاطع الطولية لنماذج من الأودية التي تنتهي إلى وادي عربي

حوائطه تدريجياً على كلا الجانبين بالامعان داخل الكتلة الصخرية حتى تتضاءل سعته الى أقل من عشر سعة المصب على بعد مائتي متر فقط من رأس المروحة الفيضية (٣).

ويرجع نشاط عمليات النحت المائي هنا الى هبوط اطراف الكتل الجبلية على امتداد عدد من الصدوع، مما تسبب في نشأة منخفض الدافية الشريطي شمال رأس خليج العقبة، ثم حوض طابه على مسيرة ثلاثين كيلومتراً الى الشمال. وما زالت آلية الحركة ماثلة على جوانب الصدوع، حيث تظهر الأطراف المجدوعة لقواعد التلال Faceted spurs أوضح ما تكون بمنطقة ضربة، فأيضاً انسلت كتل أرضية هابطة تجاه وادي عربة، تبدو أطراف الكتل الجرانيتية المجدوعة كأسطح مثلثة الشكل (شكل ٥)، في حين تبرز أعالي الكتل الهابطة من صخور الجرانيت كجزر غارقة في رواسب رؤوس الدالات المروحية. وتتخذ هذه الظاهرة عادة كدليل على حداثة الحركات التكتونية، التي قدرت رمياتها ميدانياً بما يتراوح بين ٢٠ و ٣٥ متراً.

من ناحية أخرى تكاد تضع معالم المقسم المائي عبر مسطح نحت طولي في أحضان الجبال على مسيرة نحو عشرة كيلومترات غربي القوية، فهنا يحتمل أن تكون عمليات تخلع أرضي حديثة قد سببت تشوش شبكة الأودية، فتحوّلت الى نمط مقلقل Deranged حائر بين وادي ضربة في الغرب ووادي الجليل في الشرق، ورغم النشاط الحثي لودي ضربة، إلا أن منابع وادي الجليل تتقدم بسرعة نحو مجموعة الأودية المقلقلة، حتى ليصعب الجزم عما إذا كان الأسر سيتم لصالح روافد وادي ضربة أو لصالح وادي الجليل الذي ينتهي بمروحة فيضية كبرى جنوبي القوية.

يعتقد بأن شبكة الأودية الراهنة قد بدأت نشاطها في المراحل المتأخرة من الحقب الثلاثي، عندما نهضت ذرى النجاد كفاصل مائي بين نظامين متناظرين من التصريف الداخلي: أحدهما اتجه الى الحفرة الصدعية الهابطة بامتداد وادي عربة، واتجه الآخر الى حوض وادي اليتيم ومنخفض القوية (١). وبالرغم من أن خط الطغيان البحري في الكريتاسي الأسفل (الحجر الرملي الكربن) يصل فقط رأس النقب (٥)، يرى بعض الباحثين (٦) أنه في مراحل مبكرة خلال عصر الميوسين كانت التكوينات الكلسية الصوانية للأيوسين تغطي

٣. بحيري، صلاح الدين، ١٩٨٢، حول تجربة العمل الميداني لطلبة الجغرافية بجامعة الكويت. وحدة البحث والترجمة، جامعة الكويت، ص ٥٣ - ٥٥.

٤. بحيري، ١٩٧٢، مصدر سابق، ص ١٠.

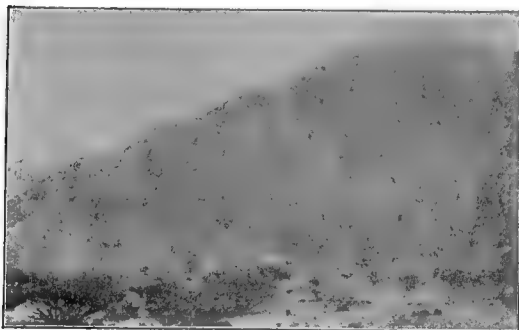
٥. Bender, F., 1975, Geology of the Arabian Peninsula : Jordan. USGS, Geological Survey Professional Paper 660 - I, p. 110 - 111.

٦. Osborn, G., 1985, Evolution of the late Cenozoic inselberg landscape of Southern Jordan. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology, 49, p. 9-11.

تكو بنات الحجر الرملي المرتكز على صخور القاعدة النارية في جنوب الأردن حتى رأس خليج العقبة (٩). وأبان تلك الفترة أزيلت عمليات النحت المائي الطبقات الكلسية تماماً وقسماً مما تححتها، وألقت بها في حفرة الانهدام حتى أفضعت، ومن ثم اتجه جزء من التصريف المائي غرباً إلى البحر المتوسط (٩) وجزء آخر إلى فجوة البحر الأحمر.

ومن الواضح أن هذا الاعتقاد ينطوي على قدر من التخمين، ورغم ما يتذرّع به الباحث من أسانيد، فإنه لا يمكن قبوله على علته، ومن خلال الدراسة الميدانية للواقع الجيومورفولوجي للأندسكيب الراهن، يمكن القول بشيء من الثقة بأن مجموعة الأودية الحالية قد درجت أول ما درجت على غطاء من الصخور الرملية من الصعب تقدير عمرها، ثم انطبعت قنواتها بعد تآكل تلك الصخور الغطائية، ففرضت Superimosed على البنية الجرانيتية. وهناك من الشواهد ما يؤيد هذا الرأي، فالطبقات الرملية المتممة إلى أحقاب جيولوجية ابتداء من الكامبري حتى الكريتاسي الأسفل ما زالت بقاياها شاخصة على جوانب نطاق أرضي غائر وسط الجبال شمال غربي القوية. كما أن بقايا الحجر الرملي الكامبري تشاهد فوق بقايا السطح التحتي الجرانيتي على جانبي الطريق الصحراوية حول القوية، وفي غرابن الجليف. كذلك وجدت آثارها عالقة فوق كتل الجرانيت المصدوعة على بعد بضعة كيلومترات جنوب شرقي جبل البريج.

ثمة دليل آخر على نشأة شبكات التصريف المائي بالمنطقة فوق أغطية سميكة من



شكل (٥)

أطراف الكتل الجرانيتية المجدوعة في وادي عربية

تكوينات الحجر الرملي قبل انطباعها على الجرانيت. و يمثل ذلك الدليل في ظهور طبقات من رمال ذات أصل فيضي، حملتها مجموعات الأودية الناشئة بنطاق المرتفعات، وألقت بها عند القواعد، ربما في فترة مبكرة من الحقب الجيولوجي الرباعي. وتتكشف هذه الرمال على السطح بالمنخفض الحوضي حول الحميمة في الشمال، والدال الخليجية الكبرى الممتدة من جنوبي العقبة داخل الأراضي السعودية في الجنوب. وفي كلا الموضعين كشفت الشعاب الحديثة المعلقة مقطعا استراتيجافيا يتراوح سمكه بين ٣٠ و ٦٠ متراً (شكل ٦) من رواسب رملية مفككة تتخللها راقات من الطين، وتخلو تماماً من أية حصوات نارية، مما يؤكد بأن المياه الجارية دابت على إزالة أغطية الحجر الرملي إبان فترة طويلة من عصر البلايستوسين وربما عصر البليوسين (٩). وتدعم هذه الحقيقة أيضاً مجموعات الآبار التي أنزلت بمجرى وادي اليتيم الأدنى (٧)، وغور الصافي، حيث لوحظ انتقال تدريجي من رواسب الجلاميد والحصاء السطحية، إلى طبقات من الرمال حتى عمق ١٥٠ متراً (٨).

بناء على ذلك يمكن القول بأن تزايد نسبة الرمال بالرواسب الفضية السفلى قد ارتبط بأحواض أودية كانت تغشاهما صخور رملية خلال المراحل المبكرة من تطورها الجيومورفولوجي؛ بينما تنبئ أغطية حطام الصخور النارية المبتوثة في رواسب الجريش Gruss الحصوية تجاه السطح على أن تكون تراكيب الحجر الرملي قد أزيلت تماماً من معظم المواضع في مراحل تالية، ومن ثم فرضت مجاري الأودية على السطح الجرانيتي ربما منذ أواسط البلايستوسين، بدليل ما يشاهد من تلاؤم واضح بين بنية هذا السطح وأنماط التصريف المائي لمجموعات الأودية الراهنة، فعلى صعيد الروافد، وجد تطابق ملحوظ بين اتجاهاتها وبين مفاصل الصخور الجرانيتية في مواضع كثيرة (٩).

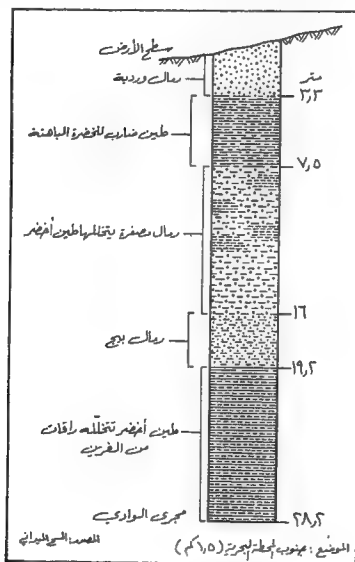
إضافة لما سبق، مهدت خطوط الضعف على امتداد الصدوع سبلا ارتدادتها غال الروافد الكبرى، وعدد غير قليل من قنوات الأودية الرئيسية، فبدأ التطابق كاملاً بين البنية، وبين أنماط التصريف بأحواض كل من وادي ترбан وضربة وملغان والمهتدي وغيره، فالقناة الرئيسية لوادي ضربة تجري من الجنوب إلى الشمال في استقامة تامة مسافة تزيد على اثني عشر كيلومتراً، مترسمة خط تصدع واضح بين جبل الهجفي والدحيلة في الجنب وجبل ترбан وضربة في الشمال. وترفد هذه القناة من الجانبين شعاب وعرة تصلها بؤر قائمة، حيث أنها تتبع مجموعة من القواطع النارية المتأكلة ذات اتجاه شرقي - عربي و: مسافات مقارنة بدرجة توحى بظووغرافية الباداندز من حيث نعومة نسيجها (شكل ٧).

Lloyd, J.W., 1969, The hydrology of the Southern desert of Jordan. V. UNDP/FAO, Investigations of the sandstone aquifers of East Jordan. Tec. Rept., no. 1, App., 1, p. 151 - 152.

٨. بندر، ١٩٧٤، مصدر سابق، ص ٢٦ - ٢٧.

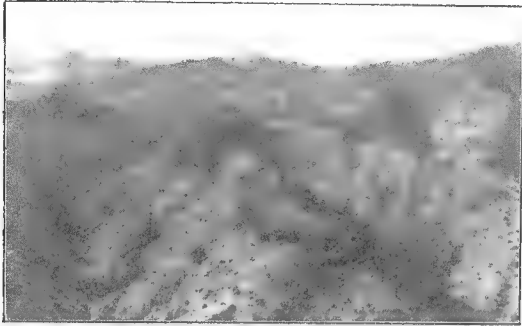
٩. بحيري، ١٩٧٢، مصدر سابق، ص ١٠.

و يقع الرافد الأكبر لوادي ضربة على مسيرة نحو كيلومترين فقط شرقي القناة الرئيسية وبموازاتها تماماً، وتدل شدة استقامته على ترسبه خط تصدع مسافة عشرة كيلومترات قبل أن يحيد غرباً دوراناً مع سفوح جبل ترابان، ثم يجد سبيله إلى القناة الرئيسية عبر عدد من الصدوع الثانوية والمفاصل التي تضطره لتغيير اتجاه مسربه الضيق مرات خلال بضع مئات من الأمتار. أكثر روافد وادي ضربة تطرفاً نحو الشرق رافد يدعى حجنى الذي تضرب منابه بئل الجليف على منسوب ١١٤٠ متراً، ضمن قمة هذا التل يشق وادي حجنى مجراه شمالاً وفي استقامة واضحة أيضاً مسافة خمسة كيلومترات، قبل أن يلتقي بعدد من



شكل (٦)

مقطع استراتيجرافي في التكوينات الطينية والرملية على الساحل الشرقي لخليج العقبة



شكل (٧)

طوبوغرافية البلاداندرز في المجرى الأعلى لوادي ضربة

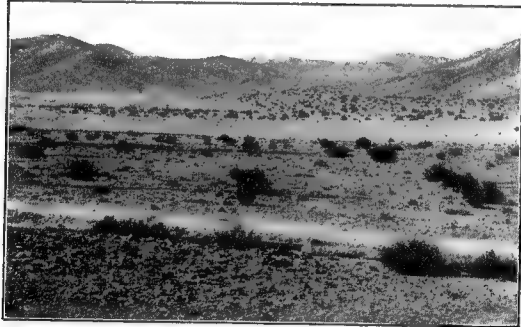
الروافد، تشكل في مجموعها نمطاً مثالياً من التصريف المستطيل Rectangular، كتعبير عن نظم التفصيل التي تتقاطع فلوقتها بزوايا قائمة. وعلى بعد بضعة كيلومترات الى الشمال تكرر قنوات حوض وادي تربان نفس الأنماط الموجودة بحوض وادي ضربة (الشكل ٢، ٣).

أما المناطق التي يسودها صنف صخري واحد متجانس التركيب فإن نمط التصريف المائي الشجري Dendritic يبرز فيها بوضوح. واحد أفضل الأمثلة على ذلك فوهة الشقيري، حيث يتكون معظم السطح ضمن حدود حوض وادي الشقيري من صخر الكوارتز ديوارت Quartz diorite الأبيض في الحوض الأوسط، والجرايب السماقي Aplite granite تجاه المنابع العليا بسلسلة الشقيري التي تكون ذراها فاصلاً مائياً بين هذا الوادي وبين روافد وادي المهدي المنصرف غرباً. إضافة الى تماثل تركيب الكوارتز ديوارت، فإنه يندر أن تندس فيه العروق والشواطير التي تميز غيره من مركبات الجرانيت بالجناد. ومن ثم فإن المنابع العليا بجبال المهدي والشقيري في الغرب تلتقي بزوايا حادة في نظام شجري مثالي، لتتجمع بعد ذلك في قناة رئيسة تسلك ممراً ضيقاً تحف به مسطبتين نهريتين (شكل ٨) مسافة ثلاثة كيلومترات بين قمتي أم عاضد في الشمال وأبو شيدة في الجنوب، وكلاهما من صخور الجرانوديوريت الأشد صلابة. وأخيراً يدخل الوادي مجراه الأدنى فوق مروحة فيضية مشتركة مع وادي الفلق، الى الغرب مباشرة من الموقع الأثري لخربة الخالدي.

و يمثل الكوارتزديوريت بحوض وادي الشقيري نموذجاً لصخر هين ضعيف المقاومة، هاجمته عمليات التجوية والنحت فنالت منه الشيء الكثير، حتى ليبدو وجه الأرض كمسطح

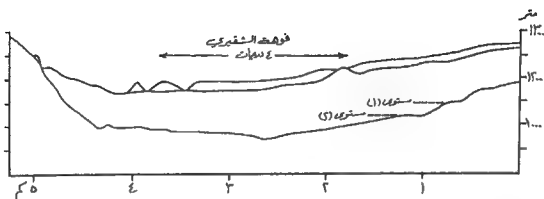
تسوية Erosion Surface (شكل ١٩، ٩ ب) ينحدر بلطف صوب الشرق (٤ درجات)، وتعلوه مجموعات من الروابي المستديرة، المتواضعة المنسوب، تتسق ذراها إلى حد بعيد مما يؤكد أنها بقايا لسطح تسوية أقدم (حيث بلغت درجة الميل بين ذرى تلك الروابي ٤ درجات أيضاً). في حين تملأ الفجوات بينها رواسب الجريش البثوثة في مواد طينية اشتقت من سبروليت الجرانيت Granite saprolite، حيث تعرض الصخر أزماناً طويلاً لعمليات التجوية الكيميائية، التي حولت حبيبات الفلسبار الأبيض والوردي فيه، فضلاً عن صفائح البيوتيت السوداء، إلى مجرد مركبات طينية، بينما ظلت مكوناته من عقيديات الكوارتز على حالها من التماسك، فلم تتأثر الا قليلاً، لهذا فإن مكاشف الصخر تبدو للعيان سليمة للوهلة الأولى، غير أن حبيباته تنفطر بأسراف تحت وقع الأحذية، كما تتداعى كتلة بسهولة بتأثير ضربات المطرقة، ليظهر تحتها جسم الصخر وقد أصابه العطب لأعماق تصل نصف متر وربما أكثر.

فضلاً عن سبروليت الجرانيت الذي يوجد بمناطق أخرى متفرقة، هناك العديد من أشكال التجوية الماثورة عن أراضي الجرانيت بجهات العالم المختلفة، والتي أجمعت جمهرة الباحثين على أنها نتاج عمليات كيميائية في المقام الأول، منها بمنطقتنا الرجوم الطبيعية المعروفة باسم «الطور» Tores، وأحجار اللب Corestones، والصخور النخرة Fluted rocks. وهي جميعاً أشكال تمثل مراحل مترابطة من التجوية الكيميائية في ظل ظروف أربط من المناخ القاسي الجاف في الوقت الحاضر. فحتى لو أخذنا في الاعتبار تأثير العامل الأوروغرافي،



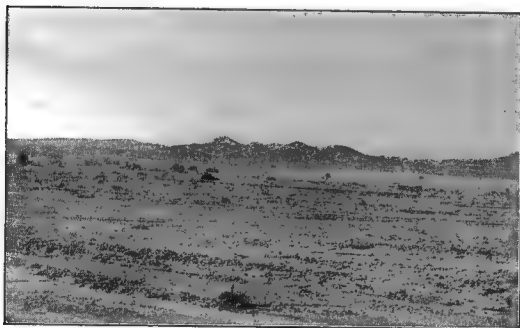
شكل (٨)

المصاطب النهرية في حوضه الشقيري



شكل (١٩)

بانوراما يوضح طبيعة أراضي الكوارتزيديريت في منطقة الشقيري



شكل (٩ب)

أراضي الكوارتزيديريت ذات الروابي المستديرة في منطقة الشقيري

فان معدلات الأمطار السنوية عند قمم الجبال، لا يمكن أن تتجاوز حالياً المائة وخمسة وعشرين ملممترًا، وهو قدر من حيث الكم والتوزيع المركز ليس يكاف لتفاقم النشاط الكيميائي على نحو يتيح نشأة المظاهر التي أوضحناها، وبالتالي لا مفر من اعتبارها أشكالاً أحفورية Fossil forms تخلقت في ظل مناخ أربط، ربما خلال الأدوار المطيرة من الحقب الجيولوجي الرابعي، أو حتى ما قبله، وذلك عندما كانت طبقات من الحجر الرملي ما زالت تغطي الصخور الجرانيتية، ومن ثم تكون أشكال التجوية تلك قد بعثت Exhumed من تحت أغطية الرواسب التي غشت السطح أبان مراحل نشأتها.

تتخذ تلياتالطور أنماطاً متعددة وفق نظم التفصيل Jointing system التي غالباً ما تتقاطع مجموعاتاً بزوايا شبه قائمة، تقسم جسم الصخر إلى كتل ذات أشكال وأحجام مختلفة، تتراوح أبعادها ما بين بضعة سنتيمترات أو أكثر من نصف المتر، فأيضا تباعدت المفاصل كالحال في الجرانوديوريت، والصخر السماقي، ينتج عن ذلك كتلا كبيرة ذات أشكال مائدية أقرب إلى الاستطالة أو التكعب، وباستمرار توسع المفاصل بتقدم مراحل التجوية، تتملس حواف الجلاميد، وتقترب تدريجياً من التكور، فتبدو أكوامها كرجوم مرصوفة، وينتهي الأمر بأن يتحرر ما كان منها على الهوامش، فلا تلبث أن تتداعى كأحجار لب، تتعرض فيما بعد لمزيد من التقشير والتكور، أو الانشطار على امتداد ما بها من شروخ دقيقة Hair cracks. أما في حالة تكاثف شبكات المفاصل بجسم الصخر، فإن ما تحده من كتل صغيرة، تتآكل بسرعة، فلا تخلف سوى شظايا وحصوات حادة.

من واقع المشاهدة الميدانية يمكن القول بأن ظاهرة الرجوم الطبيعية بالمنطقة قد مرت بمرحلتين حسب نظريتي لينتون وديمك Demek (١٠): أولاهما مرحلة تجوية تحت سطحية Subsurface مزمنة (شكل ١٠) نخرت كتل الصخر على طول الشقوق التكتونية Tectonic fissures عندما كان الجرانيت دفيناً أسفل الغطاءات الرملية، أما المرحلة الثانية فتتأتى بانكشاف السطح الجرانيتي للعوامل الظاهرية Subaerial بعد تخلصه من الضغوط الناجمة عن ثقل الغطاءات الرملية عقب إزالتها. وبشكل السفع الشمالي لجبل أبو شيدة والسفع الشرقي لجبل ام عاضد نموذجاً لهاتين المرحلتين، حيث تظهر أكاداس الرجوم المنهارة على السطح العلوي لهذا الجبل، وقد تساقطت أحجار اللب المكورة على امتداد السفع حتى الحضيض، وبالتالي يعتبر هذا الصنف من الرجوم العليا Skyline tors بمثابة مخلفات نحت Erosion remnants هي كل ما تبقى من المرحلة المتقدمة. بينما في منتصف المسافة بين قمة هذا الجبل وحضيضه، كشف وادي الفلق كتل الجرانيت وقد مزقتها المفاصل، واستشرت فيها عمليات التجوية، إلا أن جسم للصخر ما زال محتفظاً بكيانه، باستثناء انفصال ميكانيكي

١٠. Linton, D., L., 1955, The problem of Tors, Geog. Jour., 121, p. 420 - 487.
Demek, J., (ed.), 1972, Manual of detailed geomorphological mapping, Academia, Prague, p. 198.

مفصلي Joint block separation للعديد من الكتل الجلمودية الضخمة الزاوية Angular الأشكال (شكل ١٠).

التجوية التفاضلية Differential weathering ظاهرة عامة واسعة الانتشار بكافة أرجاء نجاد الجرانيت، ويرجع ذلك الى شدة تنوع الصخور النارية وتباين أعمارها، وتنوع تركيبها المعدني والميكانيكي^(١١)، وتعدد ألوانها وأصنافها بحيث يطلق عليها عادة اسم مجموعة المركبات النارية Igneous complex كتعبير عن هذا التباين، والذي ترتب عليه اختلافات واضحة في درجة صلابتها، ومدى استجابتها أو مقاومتها لعمليات التجوية. وبصفة عامة تشتمل مجموعات الصخور بالمنطقة على ثلاث فئات رئيسة هي: مجموعة الجرانوديوريت والكوارتزدوريت وهي أقدمها. أما المجموعة الثانية وهي الأحدث من الجرانوديوريت فتضم جرانيت البلاجيوكليزورجنايت Calc - alkali granite والجرانيت السماقي Aplite granite. و يطلق على هذه المجموعة اسم الجرانيت الرمادي. ويعتقد بأن أحدث الصخور الجرانيتية هو الجرانيت القلوي Alkali granite والذي يشار إليه بالجرانيت الوردي. وتضم هذه الفئات طائفة كبيرة من الشواطر والاندساسات التي منها ما هو حامضي، ومنها ما هو قاعدي، كما أن بعضها بين بين، وهي ذات أعمار مختلفة تتراوح بين ما قبل الكامبري، والكامبري الأوسط. كما تتباين النسبة المساحية للشواطر والاندساسات في فئات الصخور الجرانيتية الثلاثة. إذ تتراوح تلك النسبة بين ١٢٪ و ٤٠٪ في الجرانوديوريت، و ٢٪ - ١٠٪ في الجرانيت الرمادي، وحوالي ١٪ فقط في الجرانيت القلوي^(١٢).

وتتميز الأنواع الحامضية سواء من بلوطونيات القاعدة أو من الاندساسات العرقية بشدة مقاومتها للتجوية والذحت، في حين تهون عليهما الأصناف القاعدية مما يفسح المجال لنشأة نماذج رائعة للتجوية التفاضلية. فمن بين القواطع الحامضية يبرز الجرانيت السماقي aplite granite بأنواعه كأكثرها مقاومة للعناصر Elements بفضل اشتغال تركيبه على نسب عالية من الكوارتز، قد تبلغ نسبتها ٤٠٪^(١٣)، فضلا عن اندماج حبيباته، وكثافة قوامه لصغر حجم البلورات، ومن ثم كان تأثير هذا النوع من الشواطر بالتجوية محدوداً، لذا تظهر أطرافه في كثير من المواضع كسنامات نافرة مسننة، تبرز فوق مستوى أسطح البلوطونيات التي تحتويه، وتختلف ألوانه ما بين الضارب للحمرة، أو البني الذي لوحته التجوية. وقد يزيد

١١. Abed, A. M., 1985, On the supposed precambrian palaeostructure along the Dead Sea Rift, Jordan, J. Geol. Soc. London, 142, 527 - 531.

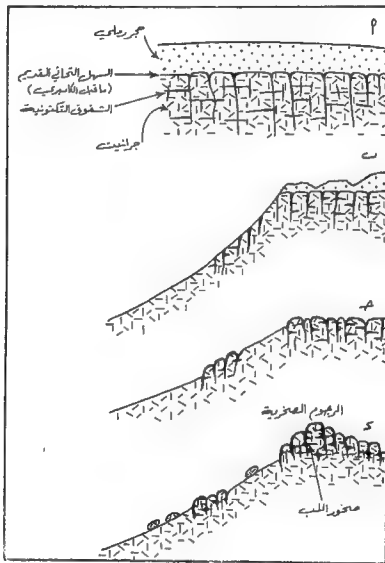
١٢. عابد، ١٩٨٥، المرجع السابق، ص ٥٢٧ - ٥٢٨.

Boom, G., and Lahlob, M., 1964, Geological and petrological investigations of the igneous rocks in the area of Quweira, Southern Jordan. Unpub. Rept., German Geological Mission, p.17-52.

١٣. المصدر السابق، ص ٤٣.

عرض الواحد من هذه السنامات على بضعة أمتار، كما يمتد ما بين بضع مئات من الأمتار وثلاثة كيلومترات. وتشاهد هذه السنامات بكل من جبل العرف وبقرة وكريفة وغيرها.

غير أن بعض العروق والقواطع الحامضية تتداعى بسرعة بفعل التجوية، متى كانت هذه الاندساسات متداخلة في بلوطنيات أكثر منها حموضة، عندئذ تظهر مواضعها المتأكلة كأخاديد غائرة في صخور الجرانيت التي تحتويها وتفوقها في درجة الحموضة، من ذلك



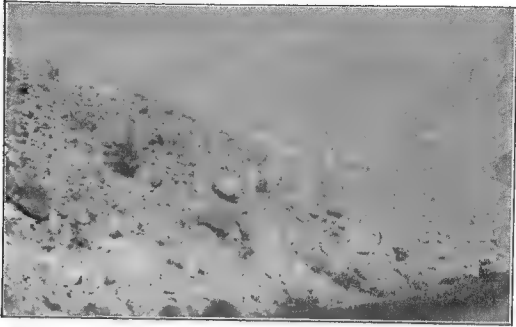
شكل (١٠)

تطور أشكال الرجوم الصخرية وصخور اللب

اندساسات الديابيز الذي تتراوح ألوانه بين الأسود الضارب للخضرة، وكذلك الكوارتز ديوريت. وينسحب هذا أكثر على مجموعة القواطع والعروق القاعدية من أنواع البلوريت والمشتقات البازلتية. وقد انعكست كثافة هذا النوع من الشواطر ووفرته في الصخور على كثافة شبكات التصريف المائي للأودية، حيث ترتفع كثافة الشعاب والأودية حيثما ارتفعت النسبة المساحية للشواطر والاندساسات في الصخور الجرانيتية. ومما يجدر ذكره، أنه ينتج عن تجوية العروق المندسة حطام صخري حاد الزوايا، يتألف من حصوات وأحجار صغيرة متعددة الألوان، بينما تؤدي تجوية بلوطونيات الدرع العربي إلى انفصال كتل كبيرة، وجلاميد ضخمة عن جسم الصخر، فضلاً عن انفراط بلورات أسطحه المكشوفة كجريش Gruss بتأثير عامل التفاوت الحراري.

رغم وفرة الانقراض الصخرية بفضل سرعة معدلات التجوية، فإن وعورة المنحدرات تساعد على عدم استقرار المواد المفككة، وانبعائها في حركة جماعية Mass movement هبوطاً تجاه الحضيض، لتكتسبها مياه السيول العنيفة بالجملة Mass transport وتفرشها على بطون الوديان وأسطح المراوح الفيضية. وبالإضافة إلى السقوط الحر Rock falls، وانهيار مخاريط الحطام Debris slide عند قواعد الجروف، فإن وفرة المواد الطينية الناجمة عن التجوية الكيميائية لبعض معادن الجرانيت، قد أدت إلى تكرار ظاهرة التدفقات الأرضية Earth flow، التي ربما كان بعضها نتاج آخر الأدوار المطيرة في البليستوسين. وتوجد أفضل نماذجها على جانبي المجرى الأدنى لوادي اليتم (شكل ١١)، عندما تختنق فجوته فضئض إلى أقصى حد شرقي أبار المياه القديمة، هناك تبدو مقاطع الطريق البرية وسكة الحديد قواعد عدد كبير من التدفقات الأرضية العملاقة، التي يميزها عن رواسب المصاطب النهرية بنفس المنطقة، خلو السنة التدفقات من أي أثر للتطبق Stratification أو التصنيف Sorting بدليل الاختلاط العشوائي لأحجام مكوناتها من حبيبات الطين والرمل والحصاء والجلاميد الحادة مما يؤكد منشأها المحلي بأعالي سفوح جبل باقر وجبل كريمة. وبالإضافة إلى وفرة المواد الطينية ووعورة المنحدرات (شكل ١١٢، ١٢ب) فإن تعرض المنطقة لحركات الباطن يمكن أن تكون باعثاً هاماً على تفاقم الانزلاقات الأرضية أبان نوبات النشاط التكتوني في الحقب الرباعي.

ابتداءً من حوض وادي أحيمر - الركية حتى الحدود الشمالية لمنطقة الدراسة، تتغير المعالم الجيومورفولوجية تغيراً تاماً بسبب اختفاء بلوطونيات القاعدة تحت طبقات متنامية السمك من الصخور الرملية والكلسية، التي تتراوح أعمارها ما بين الكامبري والأيوسين. ولعل أهم ما يسترعي الانتباه عند مقارنة هذا الجزء من المنطقة بأراضي الجرانيت في الجنوب، ذلك الفارق في المناسيب الذي يتجاوز المائة متر بين أعلى البقاع هنا في جبل الجوزيات (١٧٠٨ أمتار) على مسيرة عشرة كيلومترات شمالي جروف رأس الثقب، وبين أعلى قمم الجرانيت بجبل باقر (١٥٩٢ متراً)، فرغم أن حركات النهوض التي رفعت أراضي



شكل (١١)

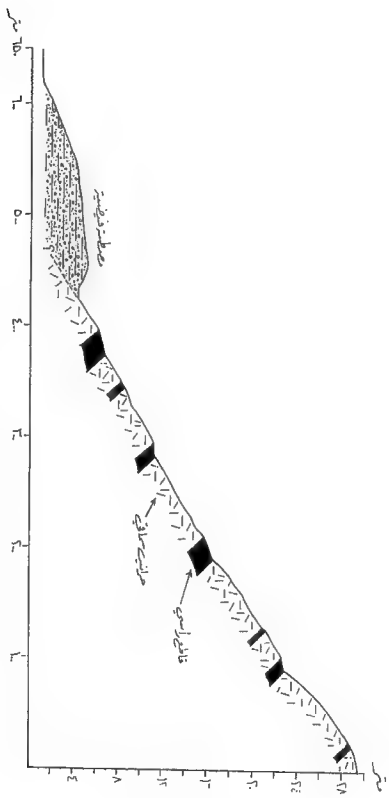
التدفقات الأرضية على جانبي المجرى الأدنى لوادي اليم

النجاح قد بلغت أقصى جهد لها في الجنوب (١١)، إلا أن الوضع الطبوغرافي الراهن يعبر عن النقيض، وربما كان أحد أسباب هذا التناقض تضائل سمك الرسوبيات بالامعان جنوباً (١٥) - أو عدم ترسب الطبقات الكلسية الصوانية - كما أن عظم حركات الرفع في الجنوب رافقتها عمليات تعرية أكثر نشاطاً مما أتاح لها إزالة الرسوبيات، وانكشاف صخور القاعدة على السطح وإزالة أجزاء منها مما أدى إلى تدني مناسيبها إلى الحد الذي ذكر أنفاً.

إن ما حدث خلال مراحل جيومورفولوجية غابرة من إزالة طبقات الرسوبيات عن أراضي الجرانيت، نراه يتكرر حالياً بالقسم الشمالي من المنطقة، ويتجلى هذا بوضوح في أحواض عدد من الوديان الرئيسة هي من الجنوب إلى الشمال: وادي أحيمر - الركية، فوادي السيلة - غرنديل، ثم وادي دلاغة - أم قصيب، وأخيراً وادي أبو برق. ففي الأحباس العليا من هذه الأودية، تجري الروافد على مجموعة الصخور الكلسية، مترسمة الانحدار العام لسطح الأرض في نظام شجري نمطي، بينما تتفرج مقاطعها العرضية لتقترب من شكل الحرف اللاتيني V رغم وعورة السفوح الجانبية. ولكن حالما تدخل هذه الأودية الأحباس الوسطى من أحواضها، تتغير خصائصها الجيومورفولوجية تماماً من حيث النمط والشكل والأبعاد،

١٤. بندر، ١٩٧٤، المرجع السابق، ص.

١٥. بندر، نفس المصدر، ص ١٩ - ٢٠.



(شكل ١٢ ب)

مقاطع ميداني بينين طبيعة السفوح الجانبية لوردي اليم وكوينات الحاصب التهرية

فأينما بلغت القنوات في قطعها الرأسي مجموعة الصخور الرملية، تعمقت بسرعة في طبقاتها الهشة الضعيفة التلاحم، فيزداد لذلك انحدار الجوانب بدرجة تؤدي الى تسارع عمليات تداعي المنحدرات Slope failure، التي يزيد من تفاقمها توافر راقات المارل والطين بقاعدة مجموعة الصخور الكلسية العنقودية للكربناتسي الأعلى، فتتكرر ظاهرة الانزلاقات الصخرية في ظل معدلات أمطار وفيرة نسبياً تبلغ ١٥٠ ملم/سنة.

بالإمعان غرباً تخترق الأودية أراض خالصة من الحجر الرملي الذي تتحكم ببنائه المفصلية في مسار القنوات بشكل يجبرها على تغيير اتجاهاتها بزوايا قائمة ولكواع حادة متقاربة، فيما تتعامد الشعاب الجانبية على قنوات الروافد التي تنصرف إليها، كإصايع لشقوق المفاصل الثانوية في تقاطعها مع المفاصل الكبرى. وأينما استقامت مجاري بعض الروافد لمسافات طويلة، فإن ضوابط الاتجاه تكون إما خطوط تصدع، أو مفاصل أو شقوق تكتونية كثيفة على الأرجح، وتتعدد نماذج هذه الظواهر بالأحباس الوسطى لكافة الأودية الكبرى في هذه المنطقة. وعلى حين تتسع بطون الأودية لتبلغ مئات الأمتار في كثير من المواضع، فإن جوانب جرفية تنتصب في حدة فوق البطون بحيث تتراوح زوايا معظم عناصر المنحدرات ما بين ٥٠ و ٩٠ درجة، وأحياناً يتجاوز بعضها ذلك القدر فيبرز شطر من السفع كجروف معلقة Hanging slopes آيلة للسقوط. ومن المؤكد أن عمليات الانهيار الأرضي تتم على امتداد أسطح قص Shear planes عندما تتوسع فرج المفاصل للهامشية بالتجوية مع الزمن. وقد يكون للزلازلية المتكررة دور بارز في توسع المفاصل (١٦). فتفقد كسف الصخور قدرتها على التماسك، وتهوى مخلفة وراءها حوائط صخرية صقيلة ومحددة بفعل عمليات العرك Gouging البطيء أبان مراحل انسلاخها عن جسم المنحدر. ونظراً لضعف تلاحم حبيبات الصخر، فإن الجلاميد أثناء ترديها تنهشم وتسحق تماماً قبل أن تبلغ الحضيض، لهذا تخلو رواسب بطون الوديان من الجلاميد الضخمة التي تزخر بها بطون أودية تلال الجرانيت، فكل ما هنالك رواسب من رمال تدل ألوانها على اشتقاقها من الصخور المجاورة مباشرة، مع خليط من حصوات كوارتز وأخرى من الصوان والأحجار الكلسية المكورة التي جلبتها السيول من نطاق المنابع حيث تسود تكونات كلسية.

تجاه الأحباس الدنيا من أحواض الأودية، بلغت عمليات التعرية مرحلة متقدمة بحيث فصلت الكتلة الأرضية الى مجموعات من القور والهضبات الوعرة الحواف، التي يشكل بعضها جزراً مخروطية أو مائدية، تدور حولها قنوات الوديان وتنشعب مجاريها، حتى ليصعب أحياناً تمييز المجرى الرئيسي من الفرعي على الطبيعة. وتتسع الفجج تدريجياً بين

١٦. El- Isa, Z.H., 1985, Possible induced earthquake activity along the Dead Sea transform fault system. Jour. of the University of Kuwait (Science), 12, 275- 84.
—, and Mustafa, H., 1987, Earthquake deformations in the Lisan deposits and seismotectonic implications. Geophysical Jour. of the Royal Astronomy Society, In press.

تلك الروابي كلما اقتربنا من المصبات، حتى ليصبح المظهر العام للانديسكيب هنا شبيهاً بمخلفات النحت الأثرية عن صحراء حسماء الرملية إلى الشرق من الطريق الصحراوية. ولا شك أن في هذا الخناظر ما يدعو إلى الاعتقاد بأن العمليات الجيومورفولوجية بكل من حسماء والأحواض الدنيا بمنطقتنا متماثلة، وإن اختلفت في الدرجة أي في مرحلة التطور الجيومورفولوجي والقرب والبعد عن تأثير التكتونيات والبليستوسينية والهولوسينية. فعلى حين بلغ تآكل الكتلة الأرضية بحسماء حدًا أطاح بمعالم معظم شبكات الأودية التي أتت عليها في مناهات من القيعان المنبسطة، والمسطحات الرملية الطينية المستوية، فإن مجموعات الأودية هنا ما زالت في أوج نشاطها، وبنىء تعمقها حالياً عن مرحلة تصاب ربما كان مبعثها توالي انخفاض مستوى القاعدة بوادي عربة. وبناء على ذلك، فإن ما ذهب إليه أحد الباحثين في دراسة سابقة (١٧) من تقرير فعالية المياه الجارية في تشكيل معالم وجه الأرض بحسماء حتى اليوم له ما يبرره، رغم إنكار نفر من الباحثين لهذه الحقيقة (١٨).

يؤازر المياه الجارية في نشاطها الحثي هنا، تفاقم عمليات التجوية بكافة أنواع الصخور الرملية. وقد أفاض عدد من الباحثين في شرح آلية تلك العمليات*، التي غالباً ما تبدأ بالتحلل واذابة المواد اللاحمة بين حبات الرمل في الصخر، وتنتهي عادة بتفسخه وانفراطه أو سحقه، ومن ثم يقع نتاج هذه العمليات من حطام الصخر تحت طائلة الجاذبية الأرضية، فتتسارع لذلك عمليات الانهيارات الأرضية بأنواعها السريعة والبطيئة، فضلاً عما تذروه الرياح من الرمال الناعمة.

من أبرز مظاهر التخرس على نطاق مجهري Micro relief فجوات التافوني (شكل ١٣) التي ترصع صفوفها واجهات الحوائط الصخرية على جوانب الأودية بوتجسد هذه الأشكال الصفري النشاط المشترك لفعل التجوية الكيميائية والميكانيكية بطبقات الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي. وترجع أصول هذه الفجوات الغربية إلى عدة أسباب، من بينها انفراط عقد أكاسيد الحديد وتساقطها من مكاشف طبقات الحجر الرملي الكامبري، وكذلك تخلع حصوات الكوارتز من مكاشف الحجر الرملي الأبيض 'الأوردوفيشي الأدنى، عندئذ تشكل المواضع التي كانت تشغلها هذه العقد والحصوات فجوات جنينية، تظل بعد ذلك تتسع وتغور في جسم الصخر بفضل توالي انفراط حبات الرمال من جدران الفجوات ميكانيكياً، كما أن دوارات الهواء أثناء هبوب الرياح تحمل حبيبات الرمال المنفرطة وتدفعها في حركة رحيوية داخل الفجوات، فتتآكل وتزداد أبعادها بسرعة، حتى ينتهي الأمر باتصال

١٧. بحيري، مصدر سابق، ١٩٧٢، ص ١٥.

١٨. Osborn, G., & Duford, J.M., 1981, Geomorphological processes in the Inselberg region of South-Western Jordan, Palestine Exp. Quar., Jan-June, p. 11.

* انظر: بحيري، المصدر السابق، ص ١٦-١٧، وأيضاً أوزبورن وزميله، المصدر السابق، ص ٨-١١.



شكل (١٣)

فجوات التافوني بصخور الحجر الرملي الكامبري

المجموعات المتجاورة منها، فتبدو الواجهة الصخرية مثقبة في أنماط تشبه قرص النحل Honeycomb.

يضاف الى ذلك أثر مياه الأمطار المتسربة عبر مسام الصخر وشقوقه الشعرية، حيث تذيب هذه المياه شيئاً من المواد الكلسية اللاصقة لحبيبات الصخر، ثم تعود شعرياً الى السطح بعد جفافه وقد حملت ضمن المحلول الصاعد جسيمات دقيقة من أكاسيد الحديد، ترسبها كقشرة صلبة تغلف ما تحتها من رمال فقدت تلاحمها، فمتى تعرضت هذه القشرة للتكسر في أي موضع منها، انفرطت الحبيبات من تحتها، مخلقة وراءها فجوات ذات أبعاد متماثلة، وأنماط هندسية يتوقف توزعها على ما بالصخر من مفاصل. لذا تشاهد ظاهرة التافوني وقد انتظمت فجواتها في صفوف، بحيث يفصل فراغ كل منها عما يجاوره أعمدة رفيعة ذات ألوان صدفية بفعل ترسب جسيمات أكاسيد الحديد عندما تسيل مياه الأمطار المحملة بها على الواجهات الجرفية لروابي الحجر الرملي الكامبري بصفة خاصة.

يرتبط بأثر مياه الأمطار في الإذابة والترسيب ظاهرة أخرى هي أقرب ما تكون لأعمدة سقوف الكهوف الكارستية المعروفة باسم الهوابط والصواعد. ولكنها هنا تشاهد في مجموعات تزين جروف هضيبات الحجر الرملي الكامبري، متى توافرت شروط معينة أهمها أن تكون بأسقف تلك الهضيبات تجاوي أف أرضية، تتجمع بها مياه الأمطار فترة زمنية كافية لتفاقم نشاط عمليات إذابة المواد الكلسية اللاصقة بصخور تلك التجاوي، فإذا ما سالت المحاليل

هابطة من بعض الشقوق المفصلية بأعلى الجروف، تبخر الماء أثناء الرحلة عبر الحوائط الشاهقة، فتترسب كربونات الكالسيوم مع حبات الرمال على حواف الطبقات الحجرية البارزة، وتنمو تلك الترسبات في اتجاهين إلى أسفل من حافة الطبقة الأعلى، وإلى أعلى من الطبقة التي تحتها، وينتهي الأمر باتصال الجزئين (شكل ١٢). ويتوالي تلك العمليات لتشكيل أعمدة مشرشرة تشاهد كما لو كانت أشرطة ستائر تتدلى من أسقف الهضاب، حيث يتجاوز ارتفاع بعضها ثلاثين متراً، وعرضها بضع عشرات من السنتيمترات، يدعوها البدو «الطراقة»، وتفصل هذه الأعمدة بين فجوات الطبقات الحجرية المتآكلة مكونة صنفاً آخر من تجاويف التافوني يطلق عليها البدو اسم «المكنون». وعندما تنهار أعمدة الطراقات (جمع طراقة) في بعض المواضع تتواصل التجاويف وتتسع مع الزمن بحيث تشكل كهوفاً طبيعية يطلق عليها البدو «الطور» أو «الحقاب». وعندما يحسنها البدو يتخذون منها حظائر لبيت أنعامهم يطلقون عليها اسم «المصن».

وهناك صنف آخر من أشكال الانزاحة والترسيب، ويتم هذا النوع من العمليات عبر الشقوق المحشوة بالمبخرات Crack filling التي أهمها الكلسيت، عندئذ تنشأ فراغات تمتد في صفوف عمودية مكان المادة المذابة بأعلى الجروف، لتعود فيترسب قسم منها عند الحضيض، الذي يبدو سطحه مبطناً بملاط من خليط كربونات الكالسيوم والرمل، تخدده مسيلات رقيقة في المواضع التي تتركز فوقها مياه الأمطار.

التجوية التفاضلية هنا ظاهرة عامة بصخور الكامبري والأوردوفيشي الأدنى فقط نظراً لمتتابع طبقات من الحجر الرملي الصلب مع طبقات من الطين والطفل، وفرة الطبقات الحديدية في الحجر الرملي الكامبري، والعقد الحديدية في الطبقات الانتقالية بين الكامبري والأوردوفيشي الأدنى، وتواجد الكوارتز (المرو) في الأوردوفيشي الأدنى. ولذلك كان من الطبيعي أن تتراجع التكويزات الرخوة بسرعة لتبرز فوقها طبقات الحجر الرملي الذي تزيد من صلابته مركبات من أكاسيد الحديد، ولكن باستمرار تراجع المواد الطينية، تقوض الطبقات الغطائية فتتهار وتتناقض، مما يسبب انفصال جلاميدها إلى صفائح سميكة، استغلها الأدميون ومن بعدهم الأنباط في مد القنوات على المنحدرات، لتوصيل مياه السيول إلى صهاريج أرضية، منقورة في الصخر بالمواضع المناسبة.

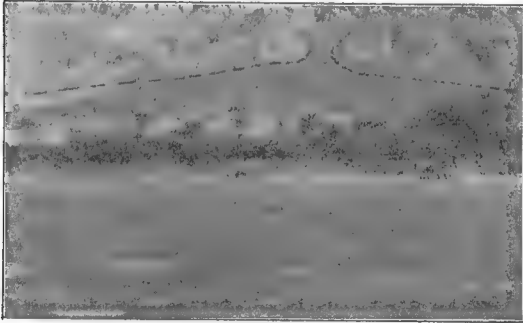
إلى الجنوب من تل البريج الذي تلاطم قاعدته مياه خليج العقبة، تتباعد أعراف النجاد الجرانيتية شرقاً، ليواكب الساحل سفح حضيض رسوبي Alluvial piedmont يملأ فجوة مثثلة الشكل، تمتد قاعدتها مسافة تربو على ٦٥ كيلومتراً بأراضي الأردن والسعودية، ونظراً لدرج ارتفاع سطح هذا السفح من مستوى سطح البحر إلى مناسيب تتجاوز المائتي متر في الداخل، فإن المياه الجارية قد نالت كثيراً من رواسبه الهشة بشكل يجيز ادخاله ضمن نطاق النحت، بيد أن ظروف ارسابه في بيئات مائية وقارية، ربما منذ أواخر البلايوسين، وما واكب ذلك من حركات نهوض تدل عليها خطوط شواطئ مرفوعة، كلها أمور تدعونا لمعالجة هذا السفح كجزء من نطاق الارساب.

٣٠٢- نطاق الارساب :-

يشتمل هذا النطاق على ثلاثة أنماط جيومورفولوجية متميزة ومتراطة هي : المراوح الفيضية، والمساحات الطينية والقيعان والسبخ، والأشكال الرملية.

٣٠٢٠١- المراوح الفيضية :-

توجد أفضل نماذجها عند قواعد جانبي السلاسل الجبلية لمركبات القاعدة الجرانيتية، سواء في وادي عربة ابتداء من جنوبي ميناء العقبة حتى مصب وادي النخيلة، وهي مسافة تربو على ٥٥ كيلومتراً، أو تلك التي تشغل قاع الحفرة الصدعية لكل من وادي اليتم ورافده الأكبر يتم العمران، وهي أيضاً مسافة مساوية لنظيرتها بوادي عربة. ومن خلال المسح الميداني، أمكن التمييز ولأول مرة بين صنفين من المراوح على منسوبين مختلفين، مراوح عملاقة خاملة Inactive، تشكل منحدر ارساب متصل في بهادا نمطية ترجع الى أوائل الحقب الجيولوجي الرباعي أو حتى ما قبله، و يتراوح انحدار أسطحها ما بين ٥ و ٧ درجات في وادي عربة ومراوح صغرى نشطة، يبلغ انحدار أسطح بعضها شمالي بئر طابة ١٢ درجة (أشكال ٣، ١٤). في حين يوجد نظيرها من المراوح الصغرى النشطة حالياً بوادي يتم العمران، دون منسوب سطح البهادا العتيقة ببضعة أمتار، وتوجد أفضل نماذجها غربي مخفر توتون (بين جبل الشريعة وجبل ام عش) على الحدود السعودية، وتتميز تلك المراوح الحديثة بانحدار لطيف لا يتجاوز ثلاث درجات في المعدل.



شكل (١٤)

المراوح القديمة والمراوح النشطة شرقي سبخة الطابة

هذا التناقض سواء في الوضع الطبوغرافي أو في معدلات انحدار السطح بين الصنفين يعزى لأسباب تكتونية بالنسبة لوادي عربة، وأخرى مورفولوجية بالنسبة لمراوح يتم العمران. ففي وادي عربة، كان النشاط التكتوني مدعاة لخضوع سطح البهادر المستمر أمام حركات الرفع الحديثة للحايط الجبلي، بحيث نشأت مجموعة من المراوح النامية النشطة بحمولة الأودية من الرواسب، بدرجة أدت إلى ارتفاع معدلات انحدار أسطحها، حتى صارت كمرحلة وسط بين الأشكال المروحية Fans ومخاريط الحطام الصخري Talus cones التي تظهر نماذج منها على السفوح العليا للحايط الجبلي، بينما استمرت مياه السيول تكتسح رواسب أسطح المراوح الفيضية القديمة من خلال عمليات شق شبكات من القنوات المجذبة Braided عبرها، فصارت عرضة للنحت والإزالة، بدلا من التوضع والارساب.

أما أسطح البهادر القديمة وعلاقتها بالمراوح الفيضية الناشئة دونها بوادي يتم العمران، فهي نتاج تاريخ جيومورفولوجي معقد، يختلف تماما عما أوردناه بخصوص البهادر الغربية في وادي عربة، فهنا تشير الشواهد إلى احتمال نشأة نظام تصريف مائي متكامل ربما منذ عصر الميوسين، وقد ضم هذا النظام كلا من حوض وادي اليتيم الحالي إضافة إلى حوض وادي مبرك الذي ينتهي إلى ساحل الخليج أمام قرية حقل السعودية. ومن المؤكد أن الصلة بين الحوضين كانت تتم عن طريق القسم الأدنى من وادي يتم العمران الذي يقع ضمن نطاق الصدع الرئيسي المعروف بصدع القوية، وهو الذي حدد مسار القسم الأعظم من وادي اليتيم والمبرك. وقد استطاع هذا النظام خلال الزمن الجيولوجي الثلاثي المتأخر أن يزيل طبقات الحجر الرملي ويلقي بحطامها في الفجوة الأرضية Embayment الناشئة شرقي موضع خليج العقبة الحالي كنتيجة للتمدد وارتفاع كتله. وإلى الجنوب من هذا النظام أدى حوض وادي أم جرفين المنتهي إلى الخليج عند الحمضة نفس الدور، فنشأ عن ذلك سطح رسوبي مشترك عند مصباتهما، امتد ما بين البريج في الأردن، ورأس أبو عسيلي على مسيرة خمسة وستين كيلومترا إلى الجنوب داخل الأراضي السعودية.

وبقدوم تكتونيات الرباعي المبكر، غشت مياه البحر منخفض خليج العقبة لأول مرة (١٩١)، وشرع اليابس في النهوض تدريجياً إلى الشرق منه، وقد ترتب على ذلك عدة نتائج ما برحت شواهد الجيومورفولوجية واضحة تماماً في تفاصيل اللاندسكيب الحالي. أولى هذه النتائج كان انقطاع الصلة بين وادي المبرك الأدنى ومجموعة اليتيم بفعل بروز كتل السمر، وكريفة - أبو رمان الجرانيتية في الداخل، ومن ثم تحول تصريف تلك المجموعة إلى حوض داخلي شبه مغلق على الطرف الجنوبي لكتلة رم وكتلة المرصد. وقد توضع فيه الرواسب حتى ملأت قاع حفرة طويلة، اختلطت بها الرمال الفيضية وحطام الصخور النارية، عندما انكشفت مركبات القاعدة لعمليات التعرية المائية بعد إزالة أغطية تكوينات الحجر الرملي (الشكل ١٥).

Said, R., 1962, The Geology of Egypt. Elsevier Publishing company., ١٩
Amsterdam, p. 125-126.

وفي المياه الضحلة الصافية للخليج البحري الناشء، نمت مستعمرات مرجانية على أطراف قاعدة السطح الرسوبي الغارقة تحت الماء، ولكن باستمرار ارتفاع اليابس، ظهرت هذه المستعمرات كخطوط شواطئ مرفوعة أعلاها على منسوب يزيد على أربعين متراً، وأدناها على منسوب ثلاثة أمتار فوق مستوى سطح مياه الخليج حالياً (شكل ١٦). وتتواجد بقايا الشواطئ المرجانية حتى الآن في عدة مواضع أينما سلمت من عمليات النحت المائي الذي تعرض له جسم السطح الرسوبي منذ أواخر البلايستوسين، وإبان الهولوسين. في حين أدى انشاء طريق العقبة - حقل الى تدمير الشعاب السفلى، بحيث لم يبق منها سوى كتل محدودة تبدو كمصابب مستوية الأسقف على ارتفاع يتراوح بين ستة أمتار وخمسة وأربعين متراً.

وقد أدى تواجد هذه المرجانيات على مناسيب مختلفة الى الاعتقاد بأنها ظهرت فوق سطح الماء إبان نوبات نهوض تعرض لها اليابس عبر الزمن الجيولوجي الرباعي (٢٠). ولعله مما يغري بهذا الاعتقاد استواء أسطح هذه البقايا حتى لتبدو وكأنها مصابب قطعتها حركة الأمواج Wave - cut خلال فترات توقف حركات النهوض عند مستويات متعاقبة. وهذا الرأي ما ذهب اليه أيضاً كل من السيارى (٢١) ومن بعده فيتافنزي (٢٢). بيد أنه تبين للباحثين مؤخراً من خلال مسح عدد من القطاعات الأرضية (شكل ١٧)، أن المرجانيات تقع على مناسيب متفاوتة تتراوح بين ثلاثة أمتار فوق الحد الأعلى للحد والجزر وما يربو على أربعين متراً في الداخل، ومن ثم فانه من المرجح أن تكون عمليات الرفع وبناء المستعمرات المرجانية قد استمرت على وتيرة واحدة، دون توقف يذكر، منذ أن طغت مياه البحر على قاع حفرة الخليج وحتى الوقت الحاضر.

بالنسبة لعمر هذه الشواطئ، فقد أوضح السيارى بأن ما يقع منها على ارتفاع اثني عشر متراً عند رأس الشيخ حميد بالسعودية يعود الى ٢٥ ألف سنة مضت من خلال تاريخ كربون ١٤. أما فنزى فيرى من خلال التاريخ بنفس الطريقة أن المرجانيات الواقعة على ارتفاع خمسة عشر متراً جنوبي المحطة البحرية في العقبة يعود عمرها الى نحو ٢٩٥٠ سنة، في حين يؤرخ أدناها (على ارتفاع ثلاثة أمتار) بنحو ٣٨٠٠ سنة. فإذا أخذنا بعين الاعتبار المرجانيات التي تقع على منسوب خمسة وأربعين متراً فإن عمرها ربما يكون ٧٠٠٠ سنة، أي أن تكونها تزامن أو تلاف فترة دخول مياه البحر الى الخليج في مرحلة مبكرة من البلايستوسين الأوسط.

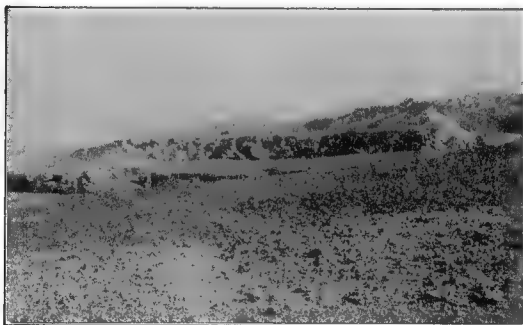
٢٠. بحيري، ١٩٧٢، مصدر سابق، ص ١٤.

٢١. Al-Sayari, S.S., et al., 1984, The Quaternary along the Gulf of Aqaba, In: Jado, A.R., and Zotel, J.G., (eds.), Quaternary period in Saudi Arabia. Springer Verlag, Vienna, p. 32-47.

٢٢. Vita-Finzi, C., 1987, 14C deformation chronology in coastal Iran, Greece and Jordan. Jour. Geol. Soc., London, 144, p. 559.

من ناحية أخرى، ترتب على انقطاع الصلة بين مجموعة وادي اليتيم - المبرك انعكاس العمليات المورفولوجية، حيث توقف الارساب، بينما نشطت عوامل النحت التي مزقت رواسب الثلاثي كل ممزق، مشكلة بذلك نطاقاً نمطياً من طبوغرافية البادلانذز، بكل مقوماتها المعروفة من حيث تكاثف شبكات الشعاب والروافد، التي تفضي الى قنوات أودية خانقية وعرة الجوانب، تكشف مقاطعها عما يقرب من خمسين متراً من تكوينات طينية وطبقات رملية، تخلو تماماً من أي أثر لحطام الصخور النارية، و يظهر ذلك بجلاء على جوانب قنوات الأودية الرئيسية كالمبرك والحميضة وأم جرقين على النحو الموضح بالمقطع الاستراتيجرافي (شكل ٦، ١٨).

في عدد من الأفاق، يتألف المقطع الاستراتيجرافي قرب الساحل من توضعات طينية غرينية زرقاء أو صفراء، تنم عن تراكمها في بيئة ترسيب مائي، لذا يحتمل أن يكون قاع المنخفض الأخدودي للخليج قد شغلت بعض فجواته سلسلة من مستنقعات مياه عذبة في وقت ما، ثم تلا ذلك تكسّد سريع لطبقات الرمال فوق رواسب الطين نحو أواخر الزمن الثلاثي. و يدل تنوع ألوان مكونات الطبقات الرملية على صخور الاشتقاق، التي تتراوح من أعلى الى أسفل، ما بين رمال حمراء انتزعت من صخور الكمبري، وأخرى صفراء مغبرة، هي غالباً نتاج نحت الحجر الرملي الأردوفيشي الأدنى، أما الرمال المشتقة من صخور أحدث، فلا تظهر بمقاطع الأودية لأنها غالباً ما تختفي تحت قاع الخليج.



شكل (١٦)

الشواطئ المرجانية المرفوعة على الساحل الشرقي لخليج العقبة

وفي حين بلغت منابع وادي الميرك وأم جرفين السفوح الغربية لتلال الجرانيت على مسيرة نحو عشرين كيلومتراً من ساحل الخليج، فإن روافدهما الدنيا، فضلاً عن عدد كبير من الوديان الصغرى كشريس ونوبيع، تتبع كلية من أراضي كتلة السطح الفيضي، ونظراً لاستمرار عمليات نهوض الياض ببطء، فإن النشاط الحثي لهذه القنوات على أشده، لدرجة أن مساحات كبيرة من الطبقات الرملية الطينية الهشة، قد تأكلت، تاركة وراءها مخلفات نحت ينتصب بعضها كمسلات أرضية، وهضبات متداعية شرقي الطريق الساحلية، في الوقت الذي تجلب المنابع العليا للميرك وأم جرفين توضعات من الجريش وحصباء الصخور النارية وجلاميدها، كي تفرشها تجاه المصببات المتشعبة لتلك الأودية، مشيدة منها مراوح فيضية جنينية حديثة، يمتد أكبرها زهاء كيلو مترين نحو الداخل.

عند حضيض الجانب الشرقي من الكتل الجرانيتية الناهضة، تراكتت الرواسب الفيضية في المنخفض الطولي لوادي اليتم ورافده العمران، وتدل رواسب الطمي والطين المستخرجة من الآبار على عمق يتراوح بين ١٥٠ و ١٢٥ متراً في وادي اليتم الأدنى (٢٣) على أن الحوض قد شغلته في وقت ما بحيرة قديمة مستديرة خلال فترة رطوبة، ربما تزامنت مع الدور المطير قبل الأخير، وتلا ذلك توضع طبقات سمكية من الرواسب الفيضية من حطام الصخور النارية، وبامتلاء الحوض بالرواسب علا منسوب قاعه حتى فاضت مياهه من اخفض فجوة اتحت لها في سلسلة الجبال، غالباً على امتداد مجموعة من المفاصل الكبرى، وقد استطاعت المياه أن تحفر مصباً نشطاً شق طريقه إلى وادي عربية لينتهي قرب الطرف الشمالي للخليج، فانفتح بذلك فج ماء Water gap في الموضع الذي يختق عنده مجرى اليتم الحالي حتى لا يتجاوز عرض بطن وانيه مائة متراً (٢٤). وفي أعقاب ذلك شرعت عمليات النحت المائي في قطع رواسب المرحلة السابقة، مشكلة بذلك مصطبة علياً على منسوب + ١٥ متراً فوق القناة الراهنة، (شكل ١٩) ولكن لسوء الحظ أن بقايا هذا المدرج قد أطيح بمعظمها، بفضل مد خط السكة الحديد على الجانب الجنوبي للوادي، وأعمال توسيع الطريق البرية عدة مرات على الجانب الشمالي.

فضلاً عن هذا المدرج العلوي، هناك منسوبان أدنى لمدرجي ملء وقطع أحدهما على ارتفاع نحو عشرة أمتار عن سطح القناة الحالية للوادي، وتتألف مكاشفة من مواد غير كاملة التطبيق poorly bedded، قليلة التصنيف، حيث تتراوح أحجام مكوناتها ما بين رمال ناعمة وجلاميد ضخمة، وتلك سمات ظروف ترسيب سريع إبان فترة مناخ شبه جاف، يمكن أرجاعها إلى آخر الأدوار المطيرة في البلايستوسين. أما المدرج السفلي فهو عبارة عن مرحلة

Lloyd, J.W., "The Hydrology of the Southern Desert of Jordan", UNDO / FAO, .٢٢
Investigation of the Sandstone Aquifers of East Jordan. Tech. report, No. 1,
1969, pp. 151-152.

٢٤. بحيري، مصدر سابق، ص ١٢.

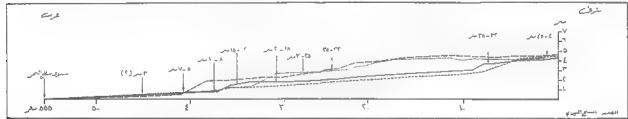
شامية متنامية، قطعت في الطبقات الدنيا للرواسب ميكزة توضع في الظروف مناخ الرطب، يدل عليها تطبيق واضح، وتصنيف جيد، بالإضافة الى تماس جوانب مكوناتها من الحصاة والأحجار (١١).

ارتفعت نشأة الدرجين الأوسط والأدنى بأحداث مورفولوجية، مؤرخا انبعث عدد من الارتلاقات الأرضية العملاقة كان من شأنها اطلاق مصب الينبع تملأ عند الفجوة، وتراكم الرواسب خلف السد لفترات رسمية محتلفة، حتى اذا ما أخلت المياه الجارية مفيض القاعة من الروكمام المتهدل، شطنت عمليات التقطع من جديد، لذا يبدو أن هذين المدرجين لا علاقة لهما بترسحات مستوى القاعدة معثلا بالمظهر الجوبي لنش وادي عرمة، بل الأرجح أن تكون الارتلاقات الأرضية هي السبب في احتمالات مؤقنة للتصريف المائي خلف المصوة، سيما وأن بقايا هذه الارتلاقات ما زالت موجودة على الجانب الشمالي للطريق (شكل ٢، ١٩) حيث كشفت مقاطعة قواعدا على امتداد عشرات من الأمتار في مواضع عدة، وفيها تبدو الجلاميد الضخمة والأحجار العملاقة ميثونة في مواد طينية ورمال

للجريان الثاني هما بسبب الظروف الصحراوية، واختلاف جهد الماء على النقيض باختلاف عنق التمدق من سهل الى سهل بشكل يؤدي الى خلط الرواسب، وس ثم رداة التصنيف، انصف الى ذلك تأثير الانسيابات الطينية المتكررة، والتي من سماتها التقاطرواسب من كافة الأحجام، لتحطها أينما غلظت قوام الانسياب فبطلت حركتها، وبالتالي فإن وجود جلاميد ضخمة قرب قواعد المزارع أمر مأروف.

من ناحية أخرى، ليست هناك علاقة ارتباط واضحة بين أشكال الرواسب وبين المسافات التي قطعتها هيوطا على أسطح المزارع، فمقرب القواعد توجد مواد رابدة وأخرى مثلعة الحواف أو متكوررة، تنعكس المسب التي تشاهد في بقية أرجاء الأسطح المروحية الأعلى (١٠)، وربما كان مرد ذلك نشاط التجوية الميكانيكية التي تسبب انشطار الحطام الصخري وكشطه، ومن ثم حدة زواياها بشكل ينفق، أو حتى يلفى، أثر عمليات البري Corrosion والتمليس، التي يفترض نظريا ترايها طوريا بما يتناسب مع طول الرحلة.

مخلص من هذا القول بأن مسافة الانتقال ليست هي الضابط الذي يقرر لشكل الكوام



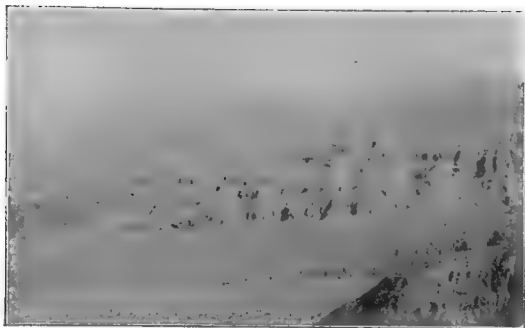
شكل (١٧)

مقاطع ميدانية تميز الشواطئ المجرانية المرفوعة على الساحل الشرقي لخليج العقبة، ومنايبها بالأمتار

المقولة، بل العكس، فإن شكل المواد المقولة ربما كان هو المتحكم في مقدار المسافة، مصداق ذلك حشود جلاميد تامة التكور وجدت بالقاعة الرئيسية لحسب وادي شربة الذي يواكب قاع وادي عرمة، على امتداد عدة كيلومترات شرقي قصائم الرمال، فالاحتمال الأرجح هو أن تكون تلك الجلاميد أحجارا شبه كروية في منشأها، ساعد التناثر الجرايمنية، وهذا الشكل من شأنه تسير مهمة انتقالها مسافات بعيدة مع مياه السيول، وبالتالي يصبح طول مسافة الرحلة التي قطعتها درجة وارتباطاً، هي بمثابة عامل مساعد على تماسها، وأحياناً تتكورها

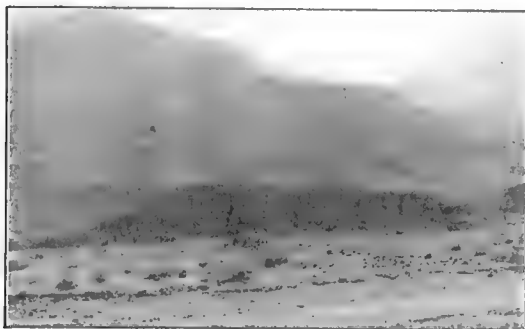
بالنسبة للخصائص الحجمية والشكلية لواء المزارع، فقد أثبتت دراسة العينة (١١) أن أحجام الجلاميد تتزايد بصفة هامة ابتداء من قواعد المزارع حتى رؤسها، إلا أن هذا يعد من جديد فئات التصنيف الرديء باعتبار هذه الرواسب توضع مياه جارية، فقد انفرقت بعض المعينات عن القاعدة العامة، وهذا أمر طبيعي إذ ينبغي أن لا نغنى أن لا نغنى الحواص الصليبة

٢٥ نفس المصدر، ص ١٢
٢٦ صلاح الدين بحوي، حول تجربة العمل الجانبي لطلاب الجغرافيا بجامعة الكويت، وحدة البحث والتجربة، قسم الجغرافيا الكويتية، ١٩٨٢، ص ٥٦ - ٥٧



شكل (١٨)

التكوينات الطينية والرملية التي ترسبت في بيئة مائية على الساحل الشرقي لخليج العقبة



شكل (١٩)

المصاطب النهرية في وادي اليتيم

القام.

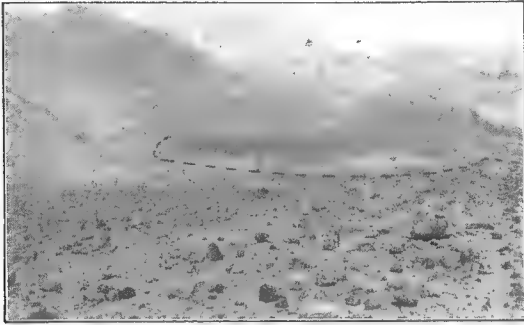
تختلف أنماط أسطح المراوح باختلاف العمليات الجيومورفولوجية التي خضعت لها. إبان الحقبة الجيولوجية الحديث، فبقايا المراوح البلايستوسينية التي ما برحت عرضة لعمليات النحت حتى الآن، تشقها شبكات من المصاب المتشعبة في نظام تصريف مجدل، تفصل بين أقنيتها مساحات من أراضي الرق المستوية، يتنوع قوامها بتنوع أحجام مكونات أغشية الحطام الصخري التي تعلوها، فأينما غلبت عليها فرشاة من الحصاء، تشكلت مرتصافات صحراوية desert pavement مثالية، وهذا هو النمط الشائع بمراوح وادي اليتيم وبعض بقاع بهادة وادي عربية، ولكن الأمر يختلف بالنسبة لما يشاهد في مواضع أخرى، خاصة المراوح القديمة بوادي يتم العمران، حيث تتألف أغشية الحطام من أحجار وجلاميد صغيرة، تتصف بحدّة زواياها، حتى لتقترب أشكالها من الكتل المكعبة، ومع ذلك تستوي أسطحها المرتصفة، التي ربما كان من الأجدر هنا تسميتها بدرع الصحراء desert armor، كي لا يكون هناك مجال للخلط بينها وبين هضاب الحماد الحجري* (شكل ٢٠).

تتضاعل سفوح البهادة فجأة شمالي مروحة مصب وادي ضربة، ويعزى سبب ذلك إلى تغير ليوولوجي بأحواض التصريف المائي من صخور القاعدة النارية في الجنوب، إلى طبقات الحجر الرملي ابتداء من مجموعة أحيمر-الركية، حتى الحد الشمالي لمنطقة الدراسة. فالتجوية النشطة بالصخور الرملية، من شأنها العمل على انقراط مكونات طبقاتها الهشة إلى حبيبات صغيرة، تكتسحها مياه السيول، لتلقي بها على مسافات بعيدة في قاع وادي عربية، فما تلبث أن تبدها الرياح، فلا ينشأ عن رواسب مجموعة الأودية الشمالية رغم اتساع أحواض تغذيتها وفرة صبيبها، سوى مراوح متواضعة الأبعاد، لا يمكن مقارنتها بالمراوح العملاقة المتوضعة عند حضيض التلال الجرانيتية كسفوح بهادة نمطية. يتواجد ما بين قاع السعديين والخبرة شمالي سبخة طابة، أكبر تجمعات الرمال الهوائية بأراضي الأردن، ويرجع سبب ذلك إلى توافر مصدر تغذية سخي، حيث تحمل المياه المنصبة من أودية القسم الشمالي بالمنطقة كميات كبيرة من الرمال الفيضية fluvial المنشأ، لا تلبث أن تتحول عقب توضعها إلى رمال هوائية eolian عندما تحركها رياح الشمال الدائمة، والتي تتركز هباتها عبر الممر الطبوغرافي لوادي عربية، دافعة حبات الرمال مسافات متفاوتة، قبل أن تعود لتتراكمها في مواضع مختارة، وبأشكال متنوعة.

القصاصم هي أكثر الأشكال الرملية شيوعاً بالمنطقة، وتمتد سلاسلها على محاور شبه متوازية تشير إلى غرب الشمال الغربي، والقصيم** في أبسط صورة هنا عبارة عن كومة مستطيلة من الرمال، قد تمتد بضع مئات من الأمتار، فإذا ما اتصل أكثر من قصيم تجاوز

* سميت الرقاع المستوية المتبقية عن المراوح القديمة حمادة بأحدى الدراسات. انظر: حسن رمضان سلامة: جيومورفولوجية المراوح الفيضية المتطورة عن صخور غرانيتية في وادي عربية بالأردن. مجلة دراسات، الجامعة الأردنية، عدد، سنة ١٩٨٢، ص ١٩٦٢ و ١٩٦٣.

** القصاصم هي أجسام الغضا، أو منبت الغضا والأرطى والسلم من الرمال. انظر: لسان العرب، لابن منظور، طبعة بيروت ١٩٥٦، ج ١٢، ص ٤٨٦.



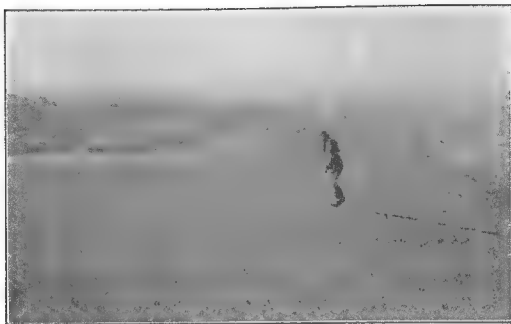
شكل (٢٠)

المرتصافات الصحراوية على المراوح الفيضية في وادي يتم العمران

الطول كيلو متراً واحداً أو نحوه، أما ارتفاع القصائم فيحوم حول ثمانية أمتار وأربعة عشر متراً، وعرضها في حدود أربعة أمثال علوها، في حين تفصل بين أشراطها ممرات أرضية، يتراوح اتساعها ما بين ٥٠ و ٨٠ متر (شكل ٢١).

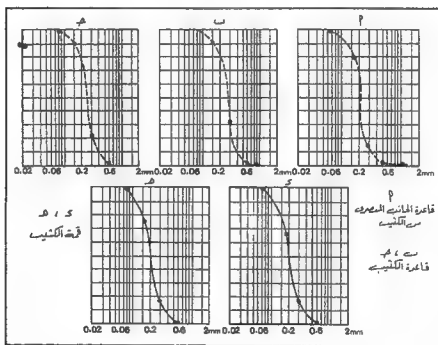
وتعتبر القصائم تجمعات رملية ممتدة أو مثبته، لارتباطها في نشأتها ونموها وبقائها بأجام الشجيرات الصحراوية التي تنمو بوفرة في هذا الجزء من وادي عربة، خاصة اكمامات الفضا والغردق، بيد أن وفرة الايراد الرملي هنا من شأنه تحول القصائم الى عروق كثيبية، تتحرك ببطء على قاع الوادي، حتى بلغت أشراطها في سعيها جنوباً بدفع الرياح الشمالية، مشارف سبخة طابية طاغية بذلك على أشجار النخيل البري، التي دفن بعضها تماماً تحت اكاداس الرمال.

وعلى ما يبدو، فإن سرعة الترسيب في كثير من الأحيان، تؤدي الى غمر اكمامات النبات، ومن ثم موته، عندئذ لا تجد رمال القصائم ما يربطها بالأرض، فتتحرك بحرية مع الرياح، وتتحور أشكالها لتقترب تدريجياً من البنا الكثيبية المستعرضة Transverse dunes، التي تستقبل الرياح بواجهات لطيفة الانحدار، ميلها ما بين ١٤ و ١٧ درجة، وتفضي أعاليها الى ذرى حادة، كي تهبط فجأة بواجهات وعرة في منصرف الرياح Lee surface. وباستمرار انتقال حبيبات الرمال من الأسطح الواقعة في مهب الرياح الى وهاد المنصرف عبر القمم، فإن مجموعات من الكثبان تتحرك في تودة صوب الجنوب. وعلى العموم، فإن رمال هذه الكثبان تتصف بالنعومة (شكل ٢٢) حيث تتراوح الأقطار الوسيطة ما بين ٢٠ ر - ٢٩ ر - ملليمترًا،



شكل (٢١)

القصاصم الرملية في وادي عربة شمالي سبخة الطابفة



شكل (٢٢)

التوزيع الحبيبي لرمال القصاصم الرملية في وادي عربة

فهو بذلك من أكثر الرواسب الرملية دقة (جدول ١)، وربما كان سبب ذلك اشتغال الكشبان على نسب عالية من المواد الطينية والغرينية المشتقة من صخور المنشأ الرملية الغنية براققاتها الطينية والطفلية (٢٨). ويتضح الفرق الحجمي بين هذه الرمال أي حول مصب وادي احيمر وتلك التي تتواجد عند سبخة طابة من خلال العينة رقم و، ز حيث يتراوح الوسيط ما بين ٣٠ و ٤٥ رملليمترًا. ويرجع سبب ذلك الى أحد أمرين: أما الى عمليات نسف وتذرية المواد الدقيقة أثناء حركة الرمال وزحفها جنوباً، أو اختلاط الرمال عند سبخة طابة بحبيبات غليظة من الكوارتز المشتق من الصخور الجرانيتية. هذا وتعتبر هذه الرمال جيدة التصنيف للغاية أيضاً، حيث يتراوح معامل التصنيف ما بين ١١ و ١٥٦. كذلك يبلغ معامل الميلان السالب ٩٣ وهذا يدل على غلبة المواد الناعمة في العينة. والتصنيف الجيد، حيث يبلغ معدل أقطار حبيباتها ما بين ٣ رمل م بنطاق الذرى، و ٤٥ رمل م على الأسطح المواجهة للهبوب.

الذئب صنف آخر من الترسبات الرملية التي تتجمع حول شجيرات المنطقة، وتتخذ كميات الذئب أشكال الأسافين، حيث تشير رؤوسها الدقيقة الى الاتجاه الذي تتصرف اليه الريح، وهو هنا صوب الجنوب مع ميل قليل نحو الشرق، أما قواعد الذئب في مقتبل الريح فتستريحها الشجيرات، وتحمي رمالها من العصف، وتنتشر حقول الذئب فوق فرشات الرمال Sand sheets التي تغطي القسم الجنوبي من قاع السعديين، فضلاً عن أراضي الخيرة، والحاشية الشمالية من سبخة طابة، حيث تفره شجيرات الغردق والغضا بكثافات عالية، بفضل ارتفاع منسوب الماء الجوفي حتى قرب سطح الأرض.

من المعروف أن شجيرات الصحراء معرضة للهلاك لأسباب طبيعية وبشرية شتى، فتنفذ من حولها الرمال، وتدفع الرياح قسماً منها صعوداً على قواعد منحدرات الجانب الشرقي لوادي عربة، حيث تغطي السنتها السفوح المواجهة للريح كركام رملي sand drift، بينما يشكل ما يترسب منها على السفوح المقابلة لظلال رمال sand shadows، يملأ بعضها قنوات الروافد والشعاب. وتستقر هذه الرمال في مواضعها حيناً، ريثما تغسلها مياه السيول، وتلفظها في النهاية مخارج الأودية تجاه قاع وادي عربة مرة أخرى في عملية تدوير recycling مستمرة إذ تتناوب بها المياه الجارية، فتنتقلها من نطاق المرتفعات الى الوادي تارة، لكي تحركها الرياح صوب قواعد المرتفعات تارة أخرى وفق نظام جيومورفولوجي مغلق.

يغور سطح الأرض ببعض بقاع وادي عربة مشكلاً سلسلة من المنخفضات المغلقة التي ارتبطت نشأتها بعمليات الارساب الفيضي والهوائي، فاتصال قواعد المراحل الفيضية المنبعدة من تلال الجرانيت وهضاب النقب على جانبي الوادي أدى الى عزل أجزاء من قاعه

٢٨. Amireh, B.S., 1987, Sedimentological and petrological interplays of the Nubian Series in Jordan with regard to paleogeography and diagenesis: Unpublished Ph.D thesis, Braunschweig University, p. 6-18.

جدول ١ - الخصائص الحتمية للكبان الرسبية

رقم المينة	الوسط	الربيع الثالث	الربيع الأول	معامل التصنيف	معامل الالتواء	
أ	٢١ر	٢٣ر	٨ر	١١٣ر	١٣ر	مضخة مرسية واندى
ب	٢٩ر	٣٢ر	٣٣ر	١١٧ر	٨٧ر	اجيبر
ج	٣٧ر	٣٠ر	٤٢ر	١١١ر	٩٨ر	
د	٣٠ر	٢٧ر	١١ر	١٥٦ر	٤٢ر	
هـ	٢٠ر	٢٥ر	١١ر	١٥٠ر	٦٨ر	
و	٣٠ر	—	—	١١٩ر	٨٧ر	ردال سبخة الطاية *
ز	٤٥ر	—	—	١٤٠ر	٧ر	

* المصدر : يحيى و ا ١٩٢٢ و مرجع سابق و ص. ٢٨ .

الخفيض على شكل فجوات أرضية، وأتت تكدسات الرمال الهوائية للكثبان فأتمت العزل^(٢١). أكبر هذه المنخفضات سبخة طابة الكمثرية الشكل، ذات المساحة الرباعية على خمسة وأربعين كيلو متراً مربعاً، والتي تتلقى جل صيب أودية القسم الشمالي من تلال الجرانيت، ويحد هذه السبخة قواعد السفوح الفيضية alluvial piedmonts من الغرب والشرق، وتجمعات رملية من الشمال والجنوب، ولعل هذه التجمعات كانت سبب الاعتقاد الخاطئ الذي انزلق اليه باحثان عندما اعتقدا بأن أصل السبخة تجويف تذكيرية (hollow) deflation، والصحيح أن رطوبة السطح (شكل ١٣) لا تساعد مطلقاً على عمليات النحت الريحي، بل العكس، تعتبر الرطوبة السطحية عاملاً يؤدي إلى اصطياح حبات الرمل وإيقاف حركتها، وبالتالي تغدو السبخة بمثابة سطح ترسيب هوائي، وليست مجال نحت.

يتخذ سطح السبخة سحنات متعددة، فالقسم الأوسط منها عبارة عن ملاحه حقيقية، لا تغشاها المياه إلا فترات محدودة أبان عواصف المطر الشتوي، في حين يظل وجهها جافاً معظم أيام السنة، وهناك يستحيل نمو النبات، ليس بسبب ارتفاع ملوحة التربة فحسب، بل لوجود قصرة صلبة كثيفة تحت السطح بحيث يستحيل أن يضرب النبات فيها بجذوره، أو يجد التهوية aeration الكافية. وتلمع أغشية الأملاح المركزة على السطح حيث بلغت نسبتها ٢٧٤٤٪ من الوزن، ولكن هذه النسبة تتناقص بسرعة فتبلغ ١٢٨١٪ تحت السطح^(٢١)، و٤٧٪ فقط على عمق متر ونصف المتر^(٢٢).

الحاشية الشرقية من السبخة عبارة عن مسطح طيني موحد على مدار السنة، حتى في منتصف فصل الصيف الجاف، ويبدو أن سبب ذلك يعود إلى رشوح المياه المنبثقة على امتداد أحد نطاقات الصدع، مما يسمح بنمو نباتي شبه مداري كث في واحة من النخيل البري والطرفاء والبوص والسمار والغردق والعجرم (شكل ١٤). هذا فضلاً عن تميز محتوى التربة السطحية من الأملاح التي ترسب معظمها بواسطة محاليل جوفية مركزة، سحبت إلى السطح بفعل الخاصة الشعرية، ولكن ثمة مصدر آخر للأملاح هنا، هو مملحة القسم الأوسط من السبخة، حيث تجلب الرياح الغربية معها كل ما يتطاير من جزيئات الملح لتحطها على نباك الطين المتراكمة حول شجيرات المشارف الشرقية للسبخة.

يتعرض سطح السبخة بشكل واضح في قسمها الشمالي حيث تتكاثر النباك الرملية في النطاق المعروف باسم الخبرة، ففي هذا النطاق أدى طغيان الرمال الهوائية على السطح إلى

٢٩. بحيري، مصدر سابق، ١٩٧٢، ص ١٩.

٣٠. Amiel, A.J. & Friedman, G.M., "Continental Sabkha in 'he Arava Valley between Dead Sea and Red Sea", Amer. Assoc. of Petroleum Geol. Bull., Vol. 55, part 4, 1977, p. 583.

٣١. بحيري، مصدر سابق، ١٩٧٢، ص ٢٠.

٣٢. أميل وفريدمان، مصدر سابق، ص ٥٨٦، جدول رقم (١).

تغير ملموس في خواص التربة لعدة أسباب، أهمها أن توالي الارساب الرمل عمل على ارتفاع منسوب الأرض، وبالتالي بعده عن متناول المياه الجوفية شديدة الملوحة. كما أن السيل التي تلج الخبرة من الشمال، تساعد كثيراً على غسل أملاح التربة، وصرفها الى البقاع المنخفضة في الجنوب، أهم من ذلك ان استمرار اضافة الرمل الى تربة الخبرة، مدعاة لزيادة مساهمتها وتدهوريتها، مما يتيح فرص استثمارها في زراعة محصول من الشعير، الذي يعود على بدو المنطقة بغلة وفيرة في بعض المواسم (٣٢).

والواقع أن خريطة التربة التي أنشأها أميل وفريدمان (٣١) هي من قبيل تحصيل حاصل، حيث أظهرت الخريطة منطقة مركزية تسودها ترب يغلب عليها الطين مع نسب من الغرين والرمال الدقيقة، ويحيط بهذه المنطقة نطاق انتقالي يغلب عليه الغرين مع نسب من الرمال، وأخيراً الحاشية الخارجية وتربها رملية حصوية. وأن صح هذا التركيب فمعنى ذلك أن التركيب الحجمي لمكونات التربة يعكس عملية التصنيف لارسابات المياه الجارية، حيث تتوضع أغلظ المكونات على مشارف المنخفض، وأرقها تجاه قلبه.

وبالمثل فإن عمق مستوى الماء الجوفي بالمركز لا يتجاوز بضع عشرات من السنتيمترات، في حين يغور قرابة ثلاثة أو أربعة أمتار بالنطاق الخارجي، فإن صح ذلك على الجانب الغربي المحتل من أراضي السبخة، فإنه لا ينطبق على الجانب الشرقي بأراضي الأردن، حيث توجد المياه الجوفية على عمق بضعة سنتيمترات من السطح على نحو ما يبدو ومن الآبار التي حفرها البدو بأيديهم لسقيا أنعامهم شرقي الواحة.

قرب الطرف الجنوبي لوادي عربية، وعلى مسيرة نحو عشرة كيلومترات من رأس خليج العقبة، تمتد سبخة أخرى صغيرة، تدعى الدافية، وهي عبارة عن شريط أرضي ضيق، يقل عرضه عن الكيلومترين، بينما يتجاوز طوله اثني عشر كيلومتراً، ويرجح أن يكون السبب في نشأة هذه السبخة، امتداد السنة ضخمة من رواسب المروحة الفيضية الكبرى لوادي اليتيم غرباً عبر قاع وادي عربية، فاصلة بذلك حوض السبخة عن مياه الخليج. ومن البعد، يبدو لون مسطح الدافية بنياً فاتحاً، تعلوه في الداخل قصرة ملحية بيضاء لامعة، وتنمو في بعض أرجائه مجموعات من شجيرات ملحية، مما ينبئ عن تشبع تربتها بالرطوبة، فضلاً عن العديد من مصبات الأودية المنتهية إليها، يحتمل أن تكون رشح المياه الجوفية على نفس نطاق التصدع الموجود شرقي سبخة طابة من بين الموارد المائية لمنخفض الدافية.

٣٢. بحيري، مصدر سابق، ١٩٧٢، ص ٢١.

٣٤. أميل وفريدمان، مصدر سابق، ص ٥٨٥.

* يتعدى الوصول الى مشارف هذه السبخة نظراً لوقوعها على خط الهدنة بين الأردن والأراضي المحتلة، لذا فهي منطقة عسكرية محظورة.

قائمة الأشكال

- شكل (١) تباين العمليات الجيومورفولوجية في منطقة الدراسة.
 شكل (ب) الأسماء والمواقع الواردة في المتن.
 شكل (٢) الخارطة المورفوبنيوية لمنطقة الدراسة.
 شكل (٣) الخارطة الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة.
 شكل (٤) المقاطع الطولية لنماذج من الأودية التي تنتهي إلى وادي عربية ومنخفض القوية.
 شكل (٥) أطراف الكتل الجرانيتية المجدوعة في وادي عربية (صورة).
 شكل (٦) مقطع استراتيجرافي في التكوينات الطينية والرملية على الساحل الشرقي لخليج العقبة.
 شكل (٧) طوبوغرافية البادلاندز في المجرى الأعلى لوادي ضربة (صورة).
 شكل (٨) المصاطب النهرية في وادي الشقيري (صورة).
 شكل (٩) بانوراما توضح طبيعة أراضي الكوارتزديوريت في منطقة الشقيري.
 شكل (٩ب) أراضي الكوارتزديوريت ذات الروابي المستديرة في منطقة الشقيري (صورة).
 شكل (١٠) تطور أشكال الرجوم الصخرية وصخور اللب.
 شكل (١١) التدفقات الأرضية على جانبي المجرى الأدنى لوادي اليتم (صورة).
 شكل (١٢) تباين أنماط الانحدار على جانبي النجد الجرانيتي.
 شكل (١٢ب) مقطع ميداني يبين طبيعة السفوح الجانبية لوادي اليتم وتكوينات المصاطب النهرية.
 شكل (١٣) فجوات التافوني بصخور الحجر الرملي الكامبري (صورة).
 شكل (١٤) المراوح القديمة والمراوح النشطة شرقي سبخة الطابة (صورة).
 شكل (١٥) تطور أراضي الساحل الشرقي لخليج العقبة.
 شكل (١٦) الشواطئ المرجانية على الساحل الشرقي لخليج العقبة (صورة).
 شكل (١٧) مقاطع ميدانية تبين الشواطئ المرجانية المرفوعة على الساحل الشرقي لخليج العقبة.
 شكل (١٨) التكوينات الطينية والرملية التي ترسبت في بيئة مائية على الساحل الشرقي لخليج العقبة (صورة).
 شكل (١٩) المصاطب النهرية في وادي اليتم (صورة).
 شكل (٢٠) المرتصات الصحراوية على المراوح الفيضية في وادي يتم العمران (صورة).
 شكل (٢١) القصاصم الرملية في وادي عربية شمالي سبخة الطابة (صورة).
 شكل (٢٢) التوزيع الحبيبي لرمال القصاصم الرملية في وادي عربية.

جيومورفولوجية حوضه القوية - وادي احيمر بجنوب الأردن

الأستاذ يحيى فرحان الأستاذ صلاح بحيري

Geomorphology of the Queira Depression-Wadi Uheimer Basin, Southern Jordan

Abstract

Major tectonic and external processes are causative factors in the strong morphodynamics which are characteristic of the Queira depression - Wadi Uheimer Basin. Morphostructural units are identified first and geomorphological evolution discussed within a tectonic framework. A range of external processes especially in the Quaternary provoked the formation of pediments, badlands topography, and fluvial terraces. Pediments can be correlated with the formation of a temporary Pleistocene lake in the upper wadi basin, and with the lower valley terraces which occur further down stream in the wadi basin. Geomorphological processes are briefly discussed in relation to slope development and pediments formation.

١. المقدمة :-

إذا كانت مورفولوجية الأراضي الفلسطينية انعكاساً حقيقياً للبنية التكتونية كما أورد بيكارډ Picard بناء على التوافق الصارخ بين التضاريس والبنية الجيولوجية في أراضي النقب والجليل^(١)، فإن توافق المورفولوجيا والشبكة المائية مع البنية التكتونية في حوضه القوية - وادي احيمر بجنوب الأردن يفوق كثيراً ما قرره بيكارډ بالنسبة للنقب. وليس في ذلك أي تجاوز للحقيقة، فالحركات التكتونية العنيفة التي تأثرت بها المنطقة خلال الدورين الثلاثي والرابعي ترتب عليها تعاضم عمليات النحت المختلفة، خاصة وأن المنطقة تقع بمحاذاة الصدع الرئيس الممتد على طول وادي عربة، فضلاً عن عدد كبير من الصدوع الاقليمية والثانوية (التي نشطت تكتونياً خلال مراحل متعددة). فإذا أضفنا الى ذلك شدة تباين صلابة التكوينات الصخرية، أدركنا ما لعنصر البنية من أثر على نوعية ومعدلات العمليات المورفولوجية الغابرة والراهنة وانعكاساتها على أشكال الأرض وتضاريس سطح المنطقة.

وتشكل حوضه القوية - وادي احيمر منطقة مثالية للمسح الجيومورفولوجي والمرفوتكتوني في المناطق الجافة بجنوبي الأردن وفق نظام ثلاثي الأبعاد يتضمن الزمن، والعمليات الجيومورفولوجية المتغيرة، والخصائص الأيكولوجية التي تعكس أهمية الوحدات الجيومورفولوجية المختلفة فيما يتعلق بقضايا الاستثمار وتطوير الموارد. وقد نشطت ولا تزال

Picard, L., 1951, Geomorphology of Israel, : Part I- The Negev, Bull. of the Res. Counc. of Israel 1, (1-2), p. 5.

تنشط على طول الحوض وعرضه مجموعة من العوامل التي أسهمت في تشكيل اللاندسكيپ وفق نظامين جيومورفولوجيين مترابطين، إذ يشهد مصب الوادي في وادي عربة نموذجاً للنظام الجيومورفولوجي المغلق، بينما تنشط العمليات الجيومورفولوجية المركبة على طول الحوض ضمن نظام مفتوح. وبالرغم من صغر مساحة المنطقة التي لا تزيد عن ١٨٢ كيلو متراً مربعاً، تتنوع التكوينات الصخرية تنوعاً كبيراً يضم صخور الركيزة الجرانيتية وصخور الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي والكريتاسي الأسفل، والصخور الكلسية والمارلية والطينية والدولوميت والكلس الرملي والمارلي من الكريتاسي الأعلى والصخور الطباشيرية الأيوسينية (شكل ١). علاوة على ذلك نجد تكونات الرباعي، كالرواسب البحرية التي تمثل بقايا بحيرة داخلية مؤقتة، ورواسب المصاطب النهرية، والرواسب الحصوية والرمال السائبة. وقد تعرضت جميع هذه التكوينات لعمليات التصدع والطي والحت بدرجات متباينة أسفرت عن ظهور منظومة مورفوبنيوية تتمثل في وادي عربة، فالنجد الجرانيتية – الرملية، وسفح الحضيض الصحراوي Pediplain في منخفض القوية – قاع النقب، والحافة الصاعدة/ الحتية لرأس النقب. وقد انتابت تلك الوحدات الرئيسية حركات تخلع على طول عدد من الصدوع الشاغوية، مما ترتب عليه تكون نماذج مثالية لأودية خطوط التصدع من النمطين المستطيل والمتشابك على النجد الجرانيتية – الرملية، والنمط الشجري على سفح الحضيض وحافة رأس النقب. وقد أدى تباين النشاط التكتوني وما أعقبه من نشاط حتى إلى صياغة أشكال أرضية على مر عصور جيولوجية مختلفة، مما مكن الباحثين من التعرف إلى التطور الجيومورفولوجي حيث تفسر ظروف البنية تشوهات سطح ما قبل النوبي واختلاف مناسيبه، وتباين ميل الطبقات الكلسية والمارلية والرملية والصوانية، وكذلك اختلاف مناسيب أسطح تكونات الحجر الرملي الكامبري.

استخدمت الصور الجوية ذات مقياس ١:٦٠٠٠٠ و ١:٢٥٠٠٠ في تحليل الأشكال الأرضية قبل عملية المسح الميداني وبعده، كما استخدمت الخرائط الطوبوغرافية من مقياس ١:٥٠٠٠٠ و ١:١٠٠٠٠٠، والخرائط الجيولوجية من مقياس ١:١٠٠٠٠٠ و ١:٢٥٠٠٠٠ في توفير المعلومات الأساسية اللازمة للمسح الجيومورفولوجي. وقد جمعت الخارطة الجيومورفولوجية النهائية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠، حيث قسمت منطقة الدراسة إلى ثمانية وحدات مورفوبنيوية بناءً على خصائص جوهريّة كالأصل والتكوين الجيولوجي والتضاريس والشكل والعمليات الجيومورفولوجية، مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية تصافر الحركات التكتونية والتغيرات المناخية وتجدد الشباب في تكوين أشكال حتية وإرسابية ذات مستويات متباينة كأسطح البيديمنت، والمصاطب النهرية، والأسطح التحاتية الأخرى مما ساعد على تحديد أصل وتطور الأشكال الأرضية. ولتوضيح هذا قام الباحثان بإضافة مقطعاً طويلاً لوادي أحيمر، ومقطعاً جيومورفولوجياً على امتداد الحوض إلى الخارطة الجيومورفولوجية، بحيث يوضح المقطعان سفوح البيديمنت، والمصاطب النهرية، والأسطح الحتية والأشكال البنيوية كالحافات الصاعدة وغيرها.

٢. الاطار التكتوني والمورفوبيئي :-

١) - الاطار التكتوني :-

تتميز جيولوجية المنطقة بتعقدها التكتوني، حيث كان للحركات التفاضلية تأثير جوهري على جيومورفولوجية المنطقة. وبالرغم من قلة الحركات التكتونية قبل الدور الثلاثي، فقد تعرضت صخور الركيزة الى عمليات رفع وحت مع نهاية ما قبل الكامبري ترتب عليها ظهور القواطع الرأسية (٢)، وتحول الركيزة الى شبه سهل تحتاني أطلق عليه اسم «سطح ما قبل النوبي» (٣)، الذي توضع عليه رواسب الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي الأسفل أثر طغيان بحر تيتس على الجانب الشرقي لوادي عربة. ثم تعرض الحوض الى حركات رفع وطي اقليميين أدت الى ميل طبقات الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي بلطف تجاه الشمال والشمال الشرقي. كذلك تعرضت تلك التكوينات الى الحت جزئياً قبل ترسيب الصخور الرملية في الكريتاسي الأسفل. ولذلك نلاحظ من الغرب الى الشرق (وفي جنوب الأردن عامة) توضع صخور الكريتاسي الأسفل فوق صخور الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي بسطح عدم توافق زاوي (٤).

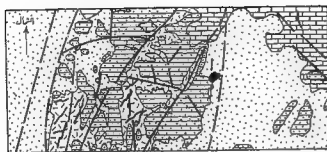
استمر طغيان البحر فيما بين السينوماني والأوسين الأوسط والمتأخر، مما ترتب عليه توضع رواسب بحرية كلسية ومارلية وطينية وطباشيرية بلغ سمكها في منطقة رأس النقب حوالي ٥٠٠ متر (٥). ومع حلول الأليغوسين والميوسين الأسفل بدأت الحركات التفرجينية لتصل ذروتها في الميوسين والبليوسين. وقد أسفرت تلك الحركات عن تكوين أخدود وادي عربة في الغرب ومنخفض القوييرة - قاع النقب في الشرق، وذلك على طول صدوع رئيسية تتجه من الشمال الى الجنوب وتتحرف بزوايا حادة نحو شمال الشمال الشرقي تارة وأخرى صوب الشمال الغربي مفترقة بذلك عن اتجاه الأخدود الأصلي. كذلك نشأت صدوع شرقية - غربية أحدث، ترتب عليها تقطيع الركيزة والطبقات الصخرية فوقها وتميلها نحو الشمال والشرق والغرب. وبالرغم من أن منخفض القوييرة - قاع النقب بنيوي النشأة، إلا أن عمليات النحت وتراجع الحافات الشرقية والغربية وتكدس الرواسب في المنخفض مع بداية البليستوسين والبليستوسين الأوسط ثم تفريغها مع نهاية البليستوسين كان لهما دوراً بارزاً

٢. Bender, F., 1974, Explanatory notes on the geological map of the Wadi Araba, Jordan. Geol. Jahrb., (B), 10, p. 35.

٣. Picard, L., 1941, The Pre. Cambrian of the North Arabian-Nubian Massif. Bull. Geol. Dept. Hebr. Univ., 3, (3-4), p. 3.

٤. Bender, F., 1975, Geology of the Arabian Peninsula: Jordan, U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 560 - I, p. 124.

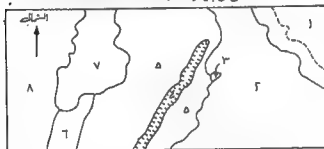
٥. Wiesemann, G., 1966, The geological and hydrological survey in the area between Ma'an - Ras En Naqb and El-Jafr - Mushayish Kabid, Central Jordan. German Geological Mission, Amman, p. 3-4.



(مقياس 1:50,000، ديسمبر 1978)

١- الجيولوجيا (علم)

- الرموزات الحديثة
- رواسب بحيرية (بايستوسون)
 - كلسية (كربناتية) (الحجر الجيري)
 - معدنية (كبريتية - كربناتية) (الحجر الجيري)
 - حارثية (ما قبل الكامبرية)
 - صخرية رئيسية (مركبة)
 - صخرية رئيسية غير مركبة
 - صخرية ثانوية



٢- الوحدات المورفوبنيوية

- الوحدات المورفوبنيوية
- ١- كويندلا وسه النقيب
 - ٢- منخفض الخويرة - قاع النقيب
 - ٣- الباد النقيب
 - ٤- غرابية استيطانية - أم العظام
 - ٥- كتلة شمالية التخلية (الشمالية)
 - ٦- الحافة الصخرية
 - ٧- أرامية الشوكة
 - ٨- وادي عيسى عيسى



٣- موقع منطقة الدراسة

٥ كم

الجيولوجيا والوحدات المورفوبنيوية وموقع منطقة الدراسة (شكل ١)

في تشكيل جيومورفولوجية المنخفض. ويتجلى تأثير الحركات التفرجوجينية على طول حوض وادي أحيمر بتكون زمراً من الصدوع العادية تأخذ اتجاهات شمالية - غربية، وشمالية، وشمالية - شمالية شرقية، بالإضافة الى الصدوع المركبة مما أسفر عن تكوين أشكال الأغوار والظهور الموازية لوادي عربية (٦).

وقد تعرضت الطبقات الصخرية الأحدث على طول نظام الصدوع الأنف الذكر الى الطي والانعطاف والازاحة الى الأسفل باتجاه الصدور الرملية والجرانيتية الأقدم مكونة بروزات بنيوية أو أسطح مثلثية الشكل Triangulated Shaped Structural niches تتميز بنية ومورفولوجية منطقة المصب في وادي عربية، وغربي جبل المهدي جنوبي المصب، وحضيض حافة رأس النقب. وقد رافق تلك الحركات عمليات رفع وانحسار للبحر في أواسط ونهاية الأيوسين بدأت معها عمليات النحت والارساب على الجانب الشرقي من وادي عربية بما فيها منطقة الدراسة، وقد انتهت الدورة الحثية في الأوليغوسين المتأخر بتكوين شبه سهل تحاتي تظهر بقاياها على بعد عشرة كيلومترات شمال - شرق رأس النقب (٧). ومع أواخر البليوسين وبداية البليستوسين تجدد نشاط الحركات التفرجوجينية فتكونت مجموعة من الصدوع الموازية لوادي عربية، وقد تأثرت بهذه الحركات أيضاً مجموعة الصدوع الشرقية - الغربية الأقدم. وترتب على حركات الانزلاق في اتجاه الميل dip-slip على طول الصدوع المرافقة للحركات التفرجوجينية، ارتصاف نماذج من الأشكال الأرضية سواء عند المصب على الطرف الشرقي لوادي عربية، أو في الحوض الأعلى لوادي أحيمر، فعند المصب بين غرندل وجبال تربيبين ترتصف المحدثات المتكونة من الحجر الرملي الكرب والصخور الأحدث في تماس مع الحجر الرملي الكامبري. وقد وصلت بعض المحدثات مرحلة الانقلاب الطوبوغرافي مكونة ظهور خنازير واضحة. وتحول هذه التكوينات الى مقعرات تظهر في تماس مع الصخور الجرانيتية عند جبل المهدي جنوبي المصب، من جهة أخرى ترتصف سلسلة من الكو يستات وظهور الخنازير والتلال المفردة الرملية والكلسية شرقي غرابن المشيبي - أم العظام على الأطراف الغربية لبيد يممت القوية. بينما هبطت الكتل الكلسية على طول الصدوع في قاع النقب لتصبح في تماس مع الحجر الرملي الأوردوفيشي أحياناً (شكل ٢).

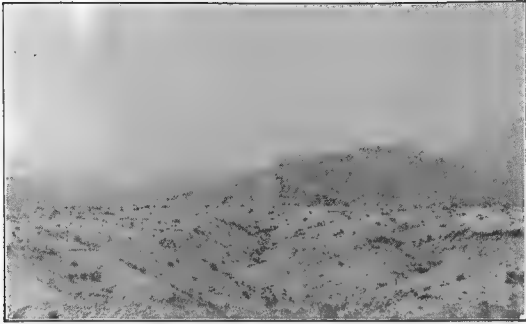
وخلال أواسط البليستوسين استمر تكدس الرواسب الناجمة عن التجوية والنحت المائي على جانبي النجد الجرانيتي - الرملي سواء في وادي عربية، أو في بيد يممت القوية - قاع النقب، وتكونت عدة مستويات من المصاطب النهرية ونقاط التقطع على طول مجرى وادي أحيمر. وتابع الهبوط التفرجوجيني لبطن وادي عربية نشاطه في أواخر البليستوسين بليل تجمع ما يزيد سمكه على ٨٠٠ متر من رواسب المارل والطفل وغيرها كما اتضح من بئر

Bender, F., 1975, Op. Cit, p. 124.

٦.

Quennell, A.M., 1958, The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea Rift. Q.J. Geol. Soc., p. 10.

٧.



(شكل ٢) كويستا تتكون من الصخور الرملية والكلسية شرقي غرابن المشيبي - أم العظام.

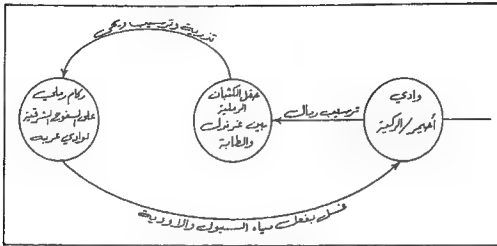
غور الصافي في الجزء الشمالي من وادي عربية (٨) واستمرت الحركات التكتونية في الهولوسين بدليل تقطع رواسب البليستوسين والهولوسين بعدد من الصدوع التي أحدثت ازاحات واضحة كما يتضح في الرواسب البحرية على الأطراف الغربية لليديمنت القوية، أو الرواسب البليستوسينية غربي جبل المهدي إلى الجنوب من حوض وادي احيمر. وفي الوقت الذي يستمر بناء المراوح الفيضية جنوب المصب، تسود عمليات الارساب الرمي والتعرية الهوائية عند المصب وفق نظام جيومورفولوجي مغلق (شكل ٣).

ب) الوحدات المورفو بنيوية :-

على طول الحوض من الشرق إلى الغرب أمكن تمييز ثمانية وحدات مورفو بنيوية (شكل ١) وهي :-

١. كويستا رأس النقب :-

تتكون كويستا رأس النقب من وحدتين جيومورفولوجيتين رئيسيتين هما: منحدرات ميل الكويستا التي تميل باتجاه منخفض الجفر، وحافة الكويستا التي تميل باتجاه قاع النقب (شكل ٤). وتشكل منحدرات ميل الكويستا من الناحية المورفولوجية أراضٍ متموجة



شكل (٣) النظام الجيومورفولوجي المقل لحوض وادي أحيمر عند المصب

الى تلالية تعرضت تكونياتها الصخرية الى الرفع والامالة Tilting نحو الشرق والشمال الشرقي. وتشكل ذرى جبال التويريت (١٥٦٧ متر)، ورأس النقب (١٥٧٣ متر)، وجبل اليمام (١٦٦٥ متر)، وتلال رأس النقب من قبله (١٦٥٠ متر) الهوامش الغربية لهذه الوحدة الجيومورفولوجية، وتنتهي في الشرق والشمال الشرقي على بعد ٧٥ كيلومتراً بمنخفض الجفر على منسوب ٨٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، والذي يشكل أحد نماذج التراكيب المصاحبة للترسيب Syndimentary structures (٩١).

وبالرغم من أن الميل العام للطبقات الصخرية يتراوح بين ٣ و ٥ درجات بنفس الاتجاه، قلما يزيد الميل الطوبوغرافي العام عن نصف درجة. وتعتبر هذه القيم عن رتبة المظهر المورفولوجي والتضرس اللطيف على طول منحدر ميل الكويستا. وقد نشأت على تلك المنحدرات شبكة من مجاري الأودية ذات نمط شجري مثالي، أبرزها أودية وهيدة، وعقبة، والبترا أو الشدية. ومع توالي هبوط قاع منخفض الجفر إبان الحركات التكتونية في الرباعي، تجدد شباب تلك الأودية مما أسفر عن تكوين مصاطب لحقية بلستوسينية تتضح بقاياها بين معان والجفر. وتشكل ذرى بعض التلال التي تعلو منحدرات ميل الكويستا بقايا السهل التحتاني الأوليغوسيني الذي تكون بعد انكشاف الطبقات الصخرية الأيوسينية عقب الحركات التفرجينية التي رافقتها عمليات رفع وانحسار للبحر الأيوسيني. وقد ترتب على عمليات النحت إزالة معظم الطبقات الأيوسينية بحيث تنحصر بقاياها في بقاع متفرقة كما هو الحال في جبل المريفة (١٢٧٥ متر) عند منتصف الطريق بين معان ورأس النقب (شكل ٥)، وجبل سمنا (١٢٢٨ متر) على بعد خمسة كيلومترات جنوب غرب معان، مما أدى الى كشف الوحدات الصخرية الأقدم مثل صخور وحدة الطباشير المارلي (المسترختيان)، وصخور وحدة الكلس الرملي (السنتونيان - التورونيان) وغيرها.

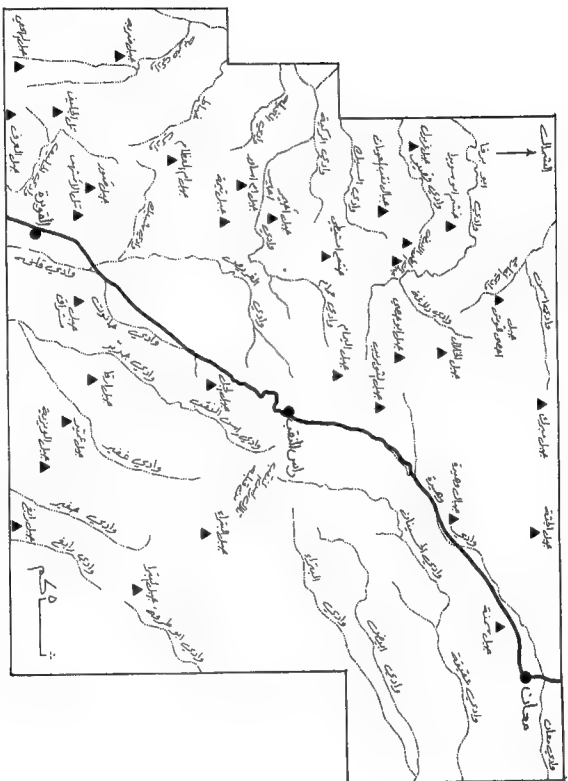
و يدل فرق المنسوب بين الهوامش الغربية لمحدرات ميل الكو يستا ومناسيب التلال الأيوسينية، وانكشاف التكوينات الصخرية الأقدم باتجاه تلك الهوامش على عظم عمليات الرفع والامالة التي تعرضت لها منحدرات الميل ابان الحركات التفرجوجينية المختلفة.

ومن جهة أخرى ترتفع حافة كو يستا رأس النقب حوالي ٤٠٠ متر، أي من منسوب ١١٠٠ - ١٢٠٠ متر في قاع النقب الى ١٥٠٠ متر جنوبي جبل اليمام. وتتقطع الحافة بعدد كبير من الصدوع التفاضلية مما يؤكد نشأتها البنوية. وحيث يزداد سمك الطبقات الرسوبية الى الشرق منها تكونت عدة طيات وحيدة الميل (انعطافات) Flexures. وتأخذ الصدوع اتجاهها شمالي غربي - جنوبي شرقي قرب الحافة بين رأس النقب ورأس خور الجمع، وتحول هذه الصدوع في الجزء الشمالي من الحافة الى اتجاه شمالي الشمال الشرقي - جنوبي الجنوب الغربي. وتسود الصدوع الشمالية - الجنوبية، والشمالية الشمالية الشرقية - والجنوبية الجنوبية الغربية، والطيات وحيدة الميل بين معان ورأس خور الجمع كنتيجة لتزايد سمك الرسوبيات وبخاصة وحدة الصخور الطباشيرية المارلية.

ونظراً لارتفاع كثافة الصدوع التفاضلية وزيادة أعماقها حيث يصل تأثيرها وحدة صخور الحجر الرملي الكرب، وكذلك تباين رمياتها التي تتراوح بين بضعة أمتار وخمسين متراً، فإن الجزء الجنوبي من الحافة يتكون من عدد من الأغوار المتواضعة، بينما يطغى باتجاه الشمال بنية النجود (الضهور) والتي أبرزها جبل البترا (١٠٠). ويظهر الى الغرب من رأس النقب عدد من الكتل الهابطة على طول أربعة صدوع شمالية غربية - جنوبية شرقية مما أدى الى كشف الطبقات الحاملة للمياه كما هو الحال في نبع اليمام، بينما تميل الطبقات باتجاه معاكس للمحدر الطوبوغرافي مما يؤكد حدوث حركة دورانية أو انزلاقات ضخمة من نوع التدهور Slump جنوب شرقي رأس النقب. ويعتقد بحدوث هذه الانزلاقات الأرضية في البليستوسين، وقد تجدد بعضها فيما بعد. كذلك ترتب على ارتفاع كثافة الصدوع تكون شقوق ومفاصل تكتونية في التكوينات الصخرية المختلفة تتباين في كثافتها وأعماقها. وقد أظهر القياس الميداني توافر الشقوق والمفاصل العميقة في صخور الحجر الرملي الأبيض من وحدة الكرب، وتأخذ تلك المفاصل اتجاه ٥٣٣٠. بالإضافة الى تكون نمط آخر من المفاصل يأخذ اتجاه ٥٦٠ وبكثافة تتراوح بين ١ - ١٩ متراً لكل متر مربع. وتماثل هذه الشقوق والمفاصل قشرة سيليكية. أما المفاصل والشقوق التي تظهر في صخور الحجر الرملي البني من وحدة الكرب فتمتازها عروق من الكلسايت، بينما وجدت ترسبات حديدية مغنيزية في الشقوق الكبيرة.

وقد سجلت درجات انحدار تصل الى ٥٠ درجة، ناهيك عن وفرة الجروف الرأسية في صخور الحجر الكلسي العقيدي والأيكونو يدي. وتشكل هذه الجروف مواضع هامة لتساقط

١٠. فيزمان، ١٩٦٦، المرجع السابق، ص ٤٠ - ٤٩.



شكل (٥) الأسماء الواردة في البحث

الصخر ثم زحفه على السفوح عندما تتكشف أسفلها الطبقات الطينية التي تتشبع بالمياه عقب العواصف الماطرة، و يسود في صخور الحجر الكلسي والكلس المارلي نمطين من المفاصل التي تحدد حجم الكتل الصخرية الساقطة. وهذين النمطين هما : اتجاه مواز لاتجاه المنحدر، واتجاه آخر متعامد عليه. وتتراوح كثافة المفاصل والشقوق من مترين وكسر من المتر لكل متر مربع. كما تتراوح أعماقها بين بضعة ديسيمترات وخمسة أمتار ما يفسر تباين أحجام ركام السفوح، حيث أن الكتل الضخمة تتساقط من الجروف التي تتباعد مفاصلها، في حين تنهاروى الجلاميد الصخرية الصغيرة من الجروف ذات الشقوق والمفاصل الكثيفة.

٢. منخفض القويرة - قاع النقب :-

وهو منخفض تكتوني نجم عن هبوط شريحة أرضية بين صدع القويرة في الغرب، وصدوع حافة رأس النقب ووادي جديد في الشرق، وصدع المحمي - الرتبة - مدفوف في الجنوب (شكل ١، ٤). وقد تكون المنخفض ابلان الحركات الأرضية في الأوليغوسين والميوسين الأسفل. وتم تفريغ الجزء الأكبر من تكوينات الحجر الرملي الكامبري والأرودوفيشي الأسفل، وتسوية قاع المنخفض منذ الميوسين الأسفل بفعل وادي اليتم وروافده العليا كوادي قلخة ووادي جديد التي تنبع من حافة رأس النقب. وفي الرباعي تم أسر بعض روافد اليتم ممثلاً بوادي اليمام أحد روافد وادي قلخة بفعل وادي أحمير المتجه غرباً الى وادي عربية. وقد نجم عن تسوية قاع المنخفض أسطح بديمت تتلاحم حول مخلفات النحت الرملية مكونة سفح حضيض صحراوي مثالي، وتميل سفوح البديمت بمعدل يتراوح بين درجة و ٦٥ درجة، كما تعرضت تلك السفوح للتقطع بفعل وادي أحمير نتيجة لتجدد الشباب في الرباعي مع استمرار هبوط وادي عربية ورفع الحافة الصاعدة.

٣. أراضي الباداندز :-

شرقي الحافة الصاعدة لجبل أحمير، وفج وادي أحمير، وغرابن امشيطي - أم العظام نشأ منخفض حوضي على طول صدعين ظهرا في الغالب نتيجة تجدد الحركات الأرضية مع نهاية البليوسين وبداية البليستوسين. وتحيط بالمنخفض من الشرق مجموعة من الكويستات الكلسية المتواضعة، تتحول في أقصى الشمال الى نموذج لظهور الخنازير حيث تميل الطبقات الكلسية والرملية باتجاه شرقي - شمالي - شرقي - بمعدل ٥٢٠. وقد امتلا هذا المنخفض بالرواسب التي حملها وادي الجمام ووادي الغريض ومجموعة الشعاب المنحدرة على طول السفوح الشرقية لغرابن امشيطي - أم العظام أثر تكون بحيرة بليستوسينية مؤقتة بعد انقطاع الصلة بين وادي الجمام ووادي قلخة نتيجة للتصدع. وتظهر الرواسب مرفوعة على الجانب الغربي للصدع جنوبى جبل خشم امشيطي مباشرة وبمعدل يتراوح بين ١٠ و ١٥ متراً مما يدل على حداثة حركات التصدع.

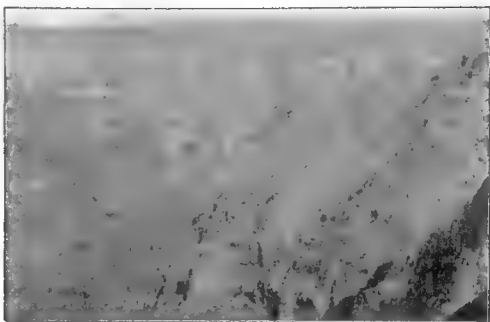
ومن خلال مسح ميداني لمقطع في الرواسب عند المجرى الأدنى لوادي زموع، وجد بأن سمك الطبقات المترسبة في هذا الحوض يصل الى ٦٢٥ ر متراً فوق قاعدة من طبقات الحجر

الرملي الأوردوفيشي الأسفل (شكل ٦). كذلك وجد بأن نسبة الملوحة ترتفع ارتفاعاً كبيراً في الطبقات السطحية، مما يؤكد ترسب المواد في بحيرة مالحة مؤقتة. ولذلك يمكن أن تكون الرواسب البحرية هنا مترامنة مع بحيرة اللسان، وتكون بذلك النظير الجاف لبحيرة اللسان نظراً للموقع الصحراوي وفي منصرف الرياح الرطبة. وتتكون تلك الرواسب من الرمال بكافة أحجامها والحصاء مع نسبة عالية من الطمي والطين في بعض المواضع. ومن المؤكد أن الامتداد الساحلي للرواسب البحرية في الواقع أكبر مما هو واضح على الخارطة الجيولوجية الألمانية (مقياس ١: ٦٠٠٠٠)، بحيث تظهر رقعتها بصورة أوضح على الصور الجوية من مقياس ١: ٢٥٠٠٠ و ١: ٦٠٠٠٠. أما المظهر الطبوغرافي هنا فهو مظهر البادلانز المثالي، حيث ترتفع كثافة الشبكة المائية في الرواسب البحرية ارتفاعاً كبيراً بناظر مثيلاتها في الرواسب البحرية للكتار في غور الأردن. و يؤكد هذا النمط من النسيج الطبوغرافي ارتفاع معدلات النحت في الهولوسين عقب جفاف البحيرة وصرفها من قبل وادي أحيمر الذي استطاع أسر وادي الجمام أبان حركات التصدع في البليستوسين الأعلى على الأرجح.

٤. غرابن امشيطي - أم العظام :-

يمثل غرابن امشيطي - أم العظام الامتداد الشمالي لغرابن الجليف، و يمتد بطول ثمانية عشر كيلو متراً من جبل أم العظام (١١٨١ متراً) شمالي جبل قطم (١٢٤٢ متر) في الجنوب الشرقي وحتى جبل خشم امشيطي (١٤٤٨ متراً) في الشمال الشرقي. و يتراوح عرضه بين ١ - ٢ كيلو متراً وتغلب عليه الاستقامة المطلقة. أما من الناحية المورفولوجية فإن المقطع العرضي يتراوح بين المصدق وشكل حرف V. وقد تكون الغرابن على طول صدع رئيس وعدد من الصدوع الثانوية المتفرعة منه والتي تتجه بصفة عامة بموازية وادي عربة. و يعتقد بتكون هذا الغرابن نتيجة للحركات التفرجينية والحركات الأفقية على امتداد الصدوع الرئيسية المصاحبة والتي بدأت مع نهاية البليوسين وبداية البليستوسين.

والى الجنوب الغربي من فج وادي أحيمر تظهر صخور الحجر الرملي الكرنب (الكريناسي الأسفل) متوضعة في الغرابن (بين جبل أم أساور في الشمال الشرقي، وجبل حميمة في الجنوب الغربي) في تماس مع صخور الركيزة قرب فج وادي أحيمر، والحجر الرملي الأركوزي باتجاه جبل أم العظام، وترتفع كثافة المفاصل والشقوق ارتفاعاً كبيراً في صخور الحجر الرملي الكامبري المحاذية للغرابن، و يمكن مشاهدة أنماطها في جبل الطوايل (شكل ٧). وقد نشط النحت المائي لوادي أحيمر على طول الغرابن مما ترتب عليه امتداد الرافد الشمالي الشرقي للوادي امتداداً كبيراً بالمقارنة مع رافده الجنوبي الشرقي، مما أدى الى تكوين نموذج مثالي للتصريف المائي المستطيل والمتشاك. كما نشطت الروافد العليا لوادي النخيلية في النحت والاستطالة على طول الجزء الجنوبي الغربي من الغرابن في منطقة جبل أم العظام. وعموماً تتميز السفوح الجانبية للغرابن بشدة انحدارها حيث سجلت درجات انحدار تصل الى ٤٨° قرب جبل أحيمر. وفي كثير من المواضع تأخذ السفوح الجانبية للغرابن شكل الجروف الراسية.



شكل (٦) الرواسب البحرية شرقية الحميمة



شكل (٧) المفاصل والشقوق في جبل الطوايل غربي الحميمة

٥. كتل شديدة التخلع (التصدع) :-

تغطي هذه الوحدة المورفو بنيوية حوالي ثلث مساحة حوض وادي أحيمر، وتنحصر بين غرابين امشيطي - ام العظام في الشرق والحافة الصاعدة وأراضي الغور المطلة على وادي عربية في الغرب (شكل ٤-٦) ويستمر هذا النمط من الأراضي الى الشمال عبر وادي السيح الذي يشكل الحد الشمالي لها في حوض وادي أحيمر وكذلك الى الجنوب عبر جبل قطم وجبل ترaban وجبل ضربة مترسماً شبكة من الصدوع الكثيفة والعميقة التي أسهمت في تقطيع أوصال اللاندسكيب على طول النجد الجرانيتي المطل على وادي عربية. وقد حددت المعالم المورفولوجية الرئيسية لهذه الوحدة بفعل شبكة من الصدوع القديمة التي تأخذ اتجاهات شمالية - جنوبية، وشمالية شرقية - جنوبية غربية، وشمالية غربية - جنوبية شرقية، وصدوعاً شرقية - غربية أحدث (١١٠). وقد سببت هذه الصدوع ازاحات تتباين في مقاديرها واتجاهاتها مما أدى الى رفع شرائح أرضية وهبوط أخرى مشكلة بذلك نماذج متواضعة من الأغوار والظهور. كما هيأت الصدوع العميقة مسالك هينة في الصخر استشرت على طولها عمليات النحت بفعل روافد وادي أحيمر، ووادي النخيلة ووادي السيح مكونة بذلك خنادق عميقة تمنح اللاندسكيب مظهراً مورفولوجياً متميزاً. ففي كل مكان ابتداء من جبل ام العظام، وجبل المريقبة وتلال تر بين جنوباً، وحتى جبل امشيطي شمالاً قامت الأودية بتقطيع المنطقة على امتداد الصدوع الى شرائح أرضية ذات نرى محدبة أو أسطح شبه مستوية تفصل بينها خنادق وعرة الجوانب. وتمثل الأودية هنا أودية خطوط تصدع حيث تتصل الروافد بالمجاري الرئيسة بزوايا قائمة، أو تتعطف المجاري الرئيسية بزوايا قائمة أيضاً. وتأخذ المقاطع العرضانية للأودية اما شكل V عندما تقد المجاري أوديتها في صخور الركيزة وصخور الحجر الرملي، أو يتحول شكلها الى النمط المصندق كما هو الحال في روافد وادي الركبة بين جبل سعادة وخشم امشيطي. وتشكل الأسطح العليا للكتل الرملية المصدوعة بقايا الأسطح الحتية التي تكونت في الدور الثاني.

وعلى سفوح الحجر الرملي الكامبري حيث تتعاقب طبقات طينية غضارية مع الحجر الرملي الأركوزي والحجر الرملي المتكتل، والطبقات الحديدية تتكون شرفات بارزة وسفوحاً معلقة Overhanging slopes. وعندما تنكشف صخور الركيزة أسفل صخور الحجر الرملي الكامبري تظهر سفوح الهشيم التي تتكون من حطام الحجر الرملي الكامبري. وكنتيجة للنحت القاعدي في الطبقات الطينية والغضارية من الحجر الرملي الكربن والحجر الكلسي العقيدي تكونت انزلاقات أرضية في الفترات المطيرة من البليستوسين كما هو الحال في خشم امشيطي. وأبرز الكتل المصدوعة في هذه الوحدة ما يعرف بجبل أم أساور وجبل سعادة، وجبل حميمة، وجبل الطويل.

٦. الحافة الصدعية: —

تظهر الحافة الصدعية بعد ستة كيلومترات الى الجنوب من مصب وادي احيمر، وتختفي في وحدة أراضي القور ليحل محلها أشكالا أرضية بنوية مثل ظهور الخنازير المتكونة من الحجر الرملي الكرب والجر الكلسي العقيدى. ويؤكد ظهور محدبات الصخور الكريتاسية عنف الحركات التفرجينية التي أطاحت بتلك الكتل أثناء التصدع لتلقفها في بطن وادي عربية. وقد أمكن تمييز أربعة حافات صدعية تمثل مراحل الهبوط الرئيسة لوادي عربية ورفع النجد الجرانيتي (شكل ٤)، وقد تشكلت هذه الحافات على طول صدوع متوازية تأخذ اتجاه شمال شمالي شرقي وجنوبي جنوب غربي على طول وادي عربية (١٧). وللصدع الرئيسي رمية ضخمة، فالجزء المرئي منه يتراوح بين ٤٠٠ متر غربي التقاء وادي احيمر بوادي الركبة (على الطرف الجنوبي لوحدة أراضي القور)، و ١٠٣٠ متر في وادي ضربة على بعد ١٨ كيلومتراً جنوب منطقة الدراسة، وما يزيد على ١٥٠٠ متر في جبل باقر شمالي شرقي العقبة. وتتجاوز الرمية الحقيقية للصدع هذه الأرقام بكثير إذا ما أخذ بالحسبان معظم سمك الرواسب المتوضعة في وادي عربية. وبتقدير عمق السطح ما قبل النوبي (الجرانيتي) في المنطقة من المقاطع الجيولوجية التي تظهر على الخرائط الجيولوجية الألمانية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠، ١ : ٢٥٠٠٠٠ (١٧)، وجد بأنه يقع تقريباً على عمق ٦٠٠ متر، وبذلك فإن رمية الصدع الحقيقية تتراوح بين ١٠٠٠ مترو ١٦٥٠ متراً في منطقة الدراسة، وتزيد عن ٢١٠٠ متر شمالي العقبة مباشرة، وتفق ذلك بكثير في خليج العقبة. وعموماً تبقى هذه الأرقام تقديرية لعدم معرفة استرجافية الرواسب السميكة في الجزء الجنوبي من وادي عربية.

وقد تحرك الصدع الرئيسي لوادي عربية خلال الميوسين الأسفل الذي كان يمثل عصر نشاط أورجيني معروف في المنطقة (١٨). وتدل الشواهد الجيومورفولوجية على تحرك الصدع في البليستوسين والحديث، من هذه الشواهد شدة انحدار المراوح الفيضية الحديثة بين سبخة الطابة وجبل ضربة، ووجود بقايا المراوح الفيضية البليستوسينية مرفوعة على مناسيب أعلى من مناسيب قمم المراوح الحديثة، وتصدع المروحة البليستوسينية لوادي احيمر، وانحراف أودية الحافة الصدعية فجأة نحو الشمال.

٧. وحدة أراضي القور: —

تنحصر وحدة أراضي القور بين وادي احيمر عند التقائه بالركبة ثم تفرعها عند رأس

١٢. دوفوماس، اتيان، ١٩٨٥، بنية ومورفولوجية الشرق الأدنى، ترجمة عبد الرحمن حميدة، مطبعة طربين دمشق، ص ٣٥٢.

١٣. Bender, F., 1968, Geological map of Jordan, Scale 1: 250 000, Hannover & Amman (5 sheets).
Bender, F., 1974, Geological map of Wadi Araba, scal 1: 100 000, Hannover & Amman, (3 sheets).

١٤. دوفوماس، ١٩٨٥، المرجع السابق، ص ٣٥٢.

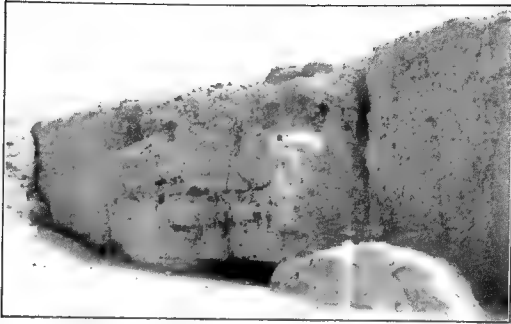
المروحة الفيضية في الغرب، ووادي النخيلة في الشرق. وتناظر هذه الوحدة مورفولوجيا أراضي الحسمي شرقي النجد الجرانيتي من حيث سيادة الأشكال الأرضية التي تميز أراضي الحسمي كمخلفات النحت الرملية والكلسية المتناثرة بأبعاد وأشكال مختلفة، وظهور أشكال القيعان الصحراوية وفرشات الرمال وظلال الرمال التي تتسلق سفوح الحجر الرملي الكامبري.

وتحيط الصدوع بهذه الوحدة من كافة الاتجاهات مما يحمل على الاعتقاد بأنها تمثل بمجموعها كتلة هابطة على جوانب زمر تلك الصدوع، ثم تقطعت بفعل الصدوع الثانوية والحت إلى عدد كبير من الكتل الأرضية الثانوية. وبالرغم من صعوبة تتبع الصدوع على السطح باستثناء تلك التي تحدد الهوامش، إلا أنه تبين من تحليل الخرائط الجيولوجية والمسح الميداني تواجد بقايا من تكوينات الحجر الرملي الكرب والهجر الكلسي العقيدي في تماس وأحياناً على نفس مناسيب الحجر الرملي الكامبري مما يؤكد وجود عدد كبير من الصدوع الثانوية التي تختفي تحت رواسب سطحية سميكة، ويتطلب الكشف عنها وتحديد استخدامها استخدام وسائل التحري الجيوفيزيائي. ويدعم هذه الحقيقة نتائج المسح الجيوفيزيائي التي أجريت على المنطقة الواقعة شرقي وشمال شرقي القوية من صحراء حسمي والتي كشفت عن سيادة أشكال الأغوار والنجد الثانوية في المنطقة والتي تغطي برواسب سطحية رباعية يتراوح سمكها بين ٥٠ متراً على النجد، و ٢٢٠ متراً في الأغوار (١٥). وتتراوح مناسيب القور في منطقة الدراسة بين ٣٥٦ متراً و ٥٦٦ متراً فوق مستوى سطح البحر، أما أبعادها فتتراوح بين ٣٠٠ متراً و ١٢٠٠ متراً. وحيث يتعرق الجريان السطحي بسبب الرواسب الرملية تتكون القيعان المتواضعة والتي يظهر اثنتان منها على بعد كيلومتر شمال شرقي وادي النخيلة (شكل ٤).

٨. بطن وادي عربة :-

تمتد هذه الوحدة من مصب وادي احيمر شمالاً وعلى طول الحافة الصاعدة لوادي عربة جنوباً حتى وادي النخيلة. ويتفرع الوادي عند المصب إلى قناتين تتجه أحدهما نحو الشمال الغربي لتلتقي مع مصب وادي السيك، بينما تتجه الثانية نحو الجنوب الغربي في نمط متشعب، ثم تتحول إلى قناة رئيسية واحدة تستمر جنوباً مترسعة أخفض بقاع وادي عربة. ويرفدها هنا عدد من أودية الحافة الصاعدة التي تنحرف في مساراتها إلى الشمال قليلاً نتيجة لحركات الزحزحة الأفقية الحديثة. وتلازم القناة الرئيسة الطرف الشرقي لنطاق مستمر من الكثبان الرملية. ويظهر عند المصب بقايا المروحة الفيضية البليستوسينية للوادي على هيئة مصطبة بسمك ستة أمتار (شكل ٨). وتتميز برواسب غير مصففة تحتوي على جلاميد ضالة كبيرة الحجم مما يدل على ارسابها الفجائي. وقد تعرضت المصطبة للتصدع في

Heimbach, W., and P. Meiser, 1969, Geoelectrical investigations in Jordan. ١٥ Bundesanstalt Für Bodenforschung, Hannover, p. 6-8.



شكل (٨) رواسب المروحة البليستوسينية عند مصب وادي أحيمر

الفترة الحديثة حيث لا يتجاوز عمر الحركات التكتونية التي سببت تصدعها ٢٠ ألف سنة (١٦). ويعتقد بأن رواسب تلك المروحة قد أرسبت في بداية البليستوسين عندما كان حوض وادي أحيمر متواضعا. ومع حدوث الحركات التكتونية تجدد النشاط الحثي للوادي وقام بنحت تراجع صاعد حتى استطاع أسر البحيرة البليستوسينية في منطقة الحميمة غربي رأس النقب. وبعد استطالة الحوض وتوسعه في البليستوسين المتأخر عاد الوادي لنحت المروحة الفيضية فتخلفت بقاياها على الجانب الشمالي للمصب فقط.

وعلى الطرف الشرقي لبطن وادي عربة تظهر بقايا المراوح الفيضية القديمة على امتداد أقدام الحافة الصدعية بحيث تتوضع أسفلها المراوح الفيضية الحديثة. وتختفي المراوح الفيضية بعد الحافة الصدعية مباشرة باتجاه الشمال ويحل محلها عند مخرج وادي أحيمر من أراضي الغور وظهور الخنازير فرشاة من الرواسب الرملية الهوائية، والرواسب الحصوية ليظهر بعدها أشكال الكتبان الرملية والقصائم والنباك.

٣. أصل ونشأة الأشكال الأرضية :-

(١) الأسطح التحتائية :-

بالرغم من تعرض منطقة الحوض في مراحل تطوره الجيومورفولوجي لثلاث دورات

١٦. Zak, I., and R. Freund, 1966, Recent strike slip movements along the Dead Sea Rift. Israel J. Earth- Sci, 15, 33-37.

تحاكية أمكن تمييزها من خلال الأشكال الأرضية الدالة عليها، إلا أن تلك الأشكال الموروثة خضعت أبان الحركات التفرجينية لعمليات التصدع التفاضلي مما أدى إلى طغيان السحنة البنيوية على النشأة الحتية. ويمكن إيجاز الدورات التحاكية فيما يلي:—

١. الدورة الحتية الأولى والتي انتهت بتشكيل شبه السهل النوبي حيث تم فيها تسوية صخور الركيزة الجرانيتية بفعل الحت وتحويلها إلى شبه سهل في فترة Lipalian الانتقالية بين عصر ما قبل الكامبري والعصر الكامبري. وتظهر بقايا شبه السهل النوبي مستحاثاً أسفل صخور الحجر الرملي الأركوزي (كمبري أسفل) في مناطق مختلفة من جنوبي الأردن، كما أنه يقع على مناسيب متباينة كنتيجة لعمليات التصدع العنيفة. ففي حوض وادي أحيمر تظهر بقايا عارية مستوية بين جبل الحميمة وجبل أم العظام على منسوب ١١٠٠ متر، إذ عمل وادي شبيلك على الإطاحة بمعظم غطاءات الحجر الرملي الكامبري مخلفاً بقايا حت رملية متناثرة على شبه السهل التحاتي، كذلك أسهم الوادي وروافده بتقطيع شبه السهل إلى موائد واضحة. من جهة أخرى تنكشف بقايا على جوانب الخواوق على مناسيب تتراوح بين ٨٠٠ و ٩٠٠ متر (شكل ٩) حيث تعلوه موائد من صخور الحجر الرملي الكامبري. ويظهر شبه السهل إلى الجنوب من حوض وادي أحيمر—الركية على منسوب ٦٥٠ متراً شمالي جبل ضربة مباشرة، وكذلك على منسوب ١٢٠٠ متر و ١٢٠٠ متر في جبل الأشهب وجبل صور تبعاً لـ غربي القويرة. وعند الطرف الجنوبي الشرقي للبحر الميت يظهر نفس شبه السهل على منسوب ٣٠٠ متر، حيث تعلوه تكتوينات سراموج والحجر الرملي الكامبري. ويؤكد تباين مناسيب شبه السهل النوبي في منطقة الدراسة والمناطق المجاورة من جنوب الأردن على تعاضد معدلات الغطس الذي تتعرض له صخور الركيزة باتجاه الشمال واتجاه الجنوب الشرقي (في وادي البرصد ووادي الرومان ووادي رم مثلاً) كنتيجة للتصدع والميل الإقليمي. وقد قيست زاوية غطس شبه السهل النوبي في مناطق متعددة من جنوب الأردن فوجدت في المتوسط سبع درجات.

٢. الدورة الحتية الثانية:— نشطت هذه الدورة في الدور الثاني حيث تعرضت صخور الباليوزويك الرملية كالحجر الرملي الكامبري والأوردوفيثي الأسفل في الحوض إلى الحت جزئياً قبل ترسيب طبقات الحجر الرملي الكرب في الكريتاسي الأسفل. وتمثل مناطق الذرى المحدبة في جبل أحيمر (١٢٤٤ متر)، أو شبه المستوية في جبل أم أساور (١٠٢٥—١١٠٠ متر)، وجبل سعادة (٩٢٥—٩٧٥ متر) بقايا الأسطح الحتية في الدور الثاني. وبسبب عمليات التصدع التفاضلي الأنفة الذكر توجد هذه الأسطح في منطقة الدراسة على مناسيب متباينة أيضاً، ففي المقطع الجيومورفولوجي (شكل ٩) تظهر بقاياها على مناسيب ٨٩٠ متر، ١١٠٠ متر، ١١٦٠ متراً فوق مستوى سطح البحر.

٣. الدورة الحتية الثالثة:— انتهت الدورة الحتية الثالثة بتكوين شبه السهل التحاتي الأوليغوسيني في صخور الأيوسين الطباشيرية. وتظهر بقاياها على بعد عشرة كيلومترات إلى الشمال من محطة رأس النقب في جبل التويريث وجبل المريفة على منسوب ١٥٠٠ و ١٤٠٠

متر فوق مستوى سطح البحر بسبب عمليات التصدع والرفع والطبي الاقليمي الذي تعرضت له حافة رأس النقب .

ب (البحيرة البليستوسينية : -

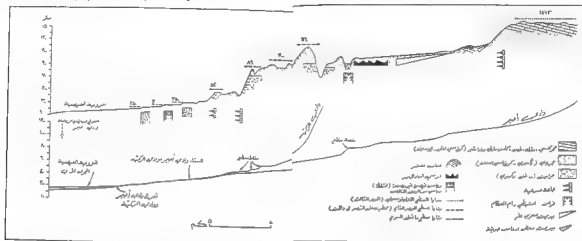
لعبت العوامل المناخية وبخاصة الفترات المطيرة في البليستوسين بالتضافر مع الحركات التكتونية والعوامل البنوية ، والتغير في مستوى القاعدة المتمثل في وادي عربة دوراً رئيسياً في التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي أحيمر في الرباعي . كما تؤثر الظروف المناخية الحالية للحوض على النظام الهيدرولوجي والحمولة السريية ومورفولوجية قنوات الأودية . ويتضح ذلك من العلامات التي تدل على مناسيب الفيضانات في المواسم المطيرة المختلفة والتي تظهر في المجرى الأدنى للوادي على بعد ثلاثة كيلومترات شرقي المصب ، وكذلك من المشاهدات الميدانية لآثار الجريان السطحي سواء القنوى على حافة رأس النقب ، أو الانتشاري غير المركز على بيديمنت القوية .

وقد أدت العوامل الأنثروبولوجية (البشرية) الى تسارع عمليات النحت كنتيجة لخراب المصاطب الزراعية غربي الحميمة ، وتدهور نظم تجميع مياه الأمطار ، والقنوات المائية ، والزراعة في بيديمنت القوية بين الحميمة وقاع النقب . إضافة الى اجتثاث الشجيرات الطبيعية في منطقة رأس النقب واحلالها بالزراعة الهامشية في العصر الروماني . وتظهر في الوقت الحاضر محاولات لاعادة تحريج منطقة رأس النقب بهدف تثبيت السفوح ووقف الانزلاقات الأرضية التي استهدفت طريق رأس النقب - العقبة .

و يؤدي تساقط الأمطار على هيئة عواصف مركزة في الشتاء الى رفع معدلات النحت الى الحد الأقصى . كما تنشط عمليات التذرية في فصل الجفاف الذي قد يستمر ثمانية أشهر في السنة ، حيث تتكرر العواصف الغبارية في بيديمنت القوية ووادي عربة ، وتتساقط الرواسب البحرية في الصيف وتتهيا للنحت في الشتاء ، مما يعجل في تطور طوبوغرافية البادلانز . حيث وجد من خلال المسح الميداني انتظام نسبي في ميل السفوح الشمالية والجنوبية على طول وادي زموع (شكل ١٠) ، اذ تتراوح زوايا الانحدار الشائعة على تلك السفوح بين ٢٥ و ٣٠ درجة . ويصل الميل أحياناً الى ٤٥ درجة . وتنشط ظاهرة التجفف والتشقق على السفوح الجنوبية والغربية المواجهة للشمس ، حيث تجف التكوينات الطينية المتكسفة من وحدة صخور الكرنب الأعلى ووحدة صخور الحجر الكلسي العقيدي بسرعة عقب سقوط الأمطار ، مما يسهم في تنشيط الجدولة على حافة رأس النقب . كما تشهد ذرى حافة رأس النقب الجنوبية والجنوبية الغربية المواجهة للشمس ذوبان الثلوج في بعض المواسم في الربيع ، إضافة الى ارتفاع معدلات الأمطار الساقطة بالمقارنة مع بقية أجزاء حوض وادي أحيمر مما يسهم في تطور سفوح البيديمنت عند قاعدة حافة رأس النقب ، حيث تغطي أجزاء من تلك السفوح بحطام صخري ومفتتات ومواد سائبة متفرقة . وقد تعرضت السفوح المواجهة للشرق والجنوب الشرقي سواء على حافة رأس النقب أو خشم امشيطي الى التعديل بفعل الانزلاقات الأرضية

المخض من كتور ٨٢٠ متر وكتور ٩٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر غربي وادي الغريش
مباشرة. وقد شملت هذا المخض في البليستوسين الأعلى بحيرة مؤقتة إبان الفترة المطيرة
الرئيسية من Würm وتم فيها ترسيب ٢٧ متراً من الرمال المتكتلة الحمراء والمشتقة من
صخور الحجر الرملي الكالميري والحجر الرملي الكرب وتقابل هذه الرواسب تكوينات
اللسان المعروفة في غور الأردن (شكل ١١، جدول ١). ثم حلت فترة جفاف أصبحت معها

الكبيرة من نمط التدهور والتي يعتقد بتكوينها في البليستوسين الأعلى أما في مرحلة اللسان
Lisan Stage (قبل ١٥ - ٢٠ ألف سنة)، أو في مرحلة تكون البحر الميت الحالي
Dead Sea Stage (١٥ ألف سنة) حيث شهدت تلك المراحل فترات مباحة رطبة وشاط
تكتوي وأصح (١٧). ففي البليستوسين الأوسط تكون منخفض تكتوني طولاني من نوع
المنخفضات المصاحبة للتراكيب Synsedimentary structures على الطول الغربي المنخفض



شكل (٩) اللقطة الطولي والمقطع الجيومورفولوجي لوادي أحيمر

البحيرة مالحة Brackish، أعقبها ترسب غطاءات من الحصى الخالص والرمل يسد عشرة
أمصار و يطلق على الفترة الترسبية تلك فترة ما بعد اللسان Post Lisan end phase، وهي
تقابل التوما Tufts في الأرض. وتتسم شتارف الجفاف وتعاظم تكون العواصف الرملية أكثر
مما هي عليه في الوقت الراهن. وفي أولمر فترة Warm استمرت فترة الجفاف التي

القوية - قاع التنب، متجه بموارة وادي عربة و يعتقد بتكون هذا المخض كنتيجة
للمشاط التكتوني في الرابي، أي بعد تكون بيديمت القوية - قاع التنب و ينحصر هذا

Farrand, W.R., 1971, Late Quaternary Paleoclimates of the Eastern
Mediterranean area. In: Turean, K. K. (ed.), The Late Cenozoic Glacial ages,
New Haven, p. 529-584.

Zak and Frenkel, 1966, Op. Cit., p. 38.

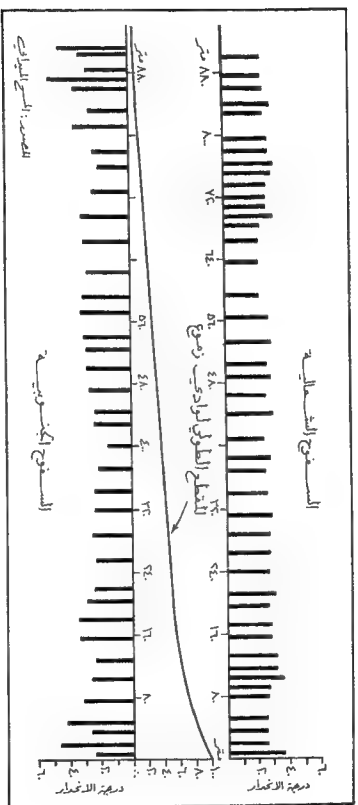
Vita Finzi, C., 1964, observations on the late Quaternary of Jordan Palestine
Exploration Quarterly, 96 th yr, 19, p. 19-31

Farrand, 1971, Op. Cit., p. 549.

Vita - Finzi, 1964, Op. Cit., p. 19-31

١٨

١٩



شكل (١٠) درجات انحدار السنفوح الشمالية والجنوبية على طول وادي زموع في الرواسب الجيرية

تخللتها فترات رطبة ترسب خلالها ارسابات طينية بسمك خمسة عشر متراً وتشبه رواسب القيعان. وتقابل هذه الرواسب تكوينات داميا Damya (٢٠) في غور الأردن.

وقد نجم عن الفترات المطيرة في الرباعي المتأخر استقرار رواسب طينية علوية خالصة وبسمك ثلاثة أمتار، ويطلق بدو المنطقة عليها اسم «المواص»، وترتفع فيها نسب الأملاح ارتفاعاً كبيراً يتراوح بين ٧ و ٦٩ ملليموز (جدول ١) حتى أن البدو كانوا يستخلصوا ملح الطعام منها وذلك بتذويبها في الماء والانتظار حتى يترسب الطين من المحلول.

جدول ١ -

درجة اللوحة في التكوينات الطينية لعينات من أعماق مختلفة في المجرى الأعلى لوادي زموع

المقطع	عمق العينة (سنتيمتر)	درجة اللوحة (ملليموز)
الأول	٢٠	٦٩
	٣٠	٥٢
	سطحية	١٤
الثاني	١٥	٧
	٣٠	٦٢
	٤٠	١٤

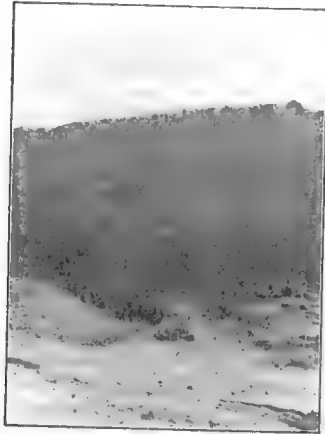
و يفصل بين لحقيات سفح الحضيض الصحراوي والقاع الترسبي الذي يمثل البحيرة الجليستوسينية المؤقتة بقايا قناة مائية عربية (عباسية) انشئت لنقل المياه من نبع اليمام الى الحميمة. وقد قوضت القناة في هذه المنطقة عند أحد روافد وادي زموع بسبب النحت مما يؤكد على أن هذا المجرى لم يكن موجوداً عند انشائها من جهة، وعلى عنف عمليات النحت المائي من جهة أخرى رغم الظروف المناخية الصحراوية الراهنة. وتدل المشاهدات الميدانية على وجود مسافة بضعة أمتار فقط بين رؤوس وادي زموع (أحد روافد وادي أحيمر) والضفة الشمالية لوادي الغريض، ولذلك تندفع المياه أحياناً في مرحلة الفيضان من وادي الغريض باتجاه وادي أحيمر مما يعني أنه يوجد حالياً أسر جزئي لوادي الغريض من قبل وادي أحيمر، بينما تمت عملية الأسر كلية بالنسبة لوادي جمام (شكل ٤). وقد استطاع وادي زموع تجاوز القناة بمقدار عشرين متراً، حيث تبلغ سعة فجوة مجراه عند القناة ٢٥ متراً، بينما تصل سعة المجرى غربي القناة حوالي ٤٣٥ متراً. وإذا كان التقطع في الرواسب البحيرة موجوداً قبل انشاء القناة فإنه كان متواضعاً، بمعنى أن القناة كانت بعيدة عن الشعب بحوالي ٢٠ متراً. وهذا يعني أن معدل التراجع الوسطي أو النحت (أو نمو الشعب) حوالي ٤

ستتميز لكل سنة بافتراض أن القناة عباسية. ولما كان عرض الرواسب البحرية الوسطى (من خلال المسح الميداني) حوالي كيلومتر، فإن عمر الرواسب البحرية يقدر بحوالي ٢٥ ألف سنة. ويناظر هذا العمر القريب عمر بحيرة الجفر في الصحراء الداخلية للأردن، حيث تم تقدير عمر رواسبها باستخدام كربون ١٤ بحوالي ٢٠٠٠ + ٨٧٠ سنة (٢١). ولذلك تعد بحيرة الحميمة الأنفة الذكر نظيراً لبحيرة الجفر.

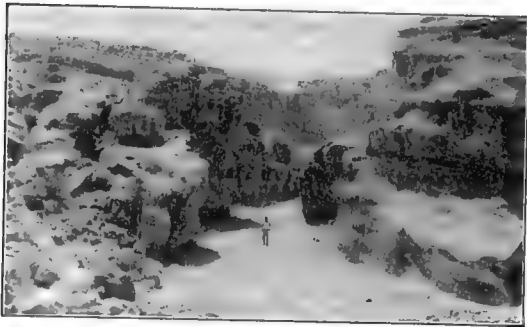
وتتشكل المصاطب النهرية (شكل ٩، ١٢) ظاهرة جيومورفولوجية هامة بالنسبة للزمن الرباعي. فقد طور وادي أحيمر في المجرى الأسفل عند المصب وعلى منسوب ٢٥٠ متراً (فوق مستوى سطح البحر) مروحة فيضية تتميز برواسب غير مصففة تحتوي على جلاميد ضخمة دلالة على أرسابها الفجائي، كما أنها مصدعة. و يعتقد بأنها أرسبت في البليستوسين الأسفل أي في المرحلة الأولى من تطور الوادي عندما كان الحوض المائي صغيراً. وفي البليستوسين الأوسط قام الوادي بأرساب كميات هائلة من الرواسب شرقي نقطة التقاء وادي أحيمر بالركبة. وعندما نشطت الحركات التكتونية في البليستوسين الأعلى قام الوادي بأسر البحيرة البليستوسينية في منطقة الحميمة وعاد الوادي بعد أن وسع مجراه فنحت المروحة الفيضية خلفاً بقاياها عند المصب بسمك ستة أمتار، كذلك نشط الوادي في نحت رواسبه التي أرسبها شرقي نقطة التقاء وادي أحيمر بالركبة فتكون نتيجة لذلك مصطبتين لحقيتين، تقع الأولى على منسوب ٢٠٠ متر (فوق مستوى سطح البحر) بينما تقع الثانية على منسوب ٣٥٠ متر (فوق مستوى سطح البحر). و يبلغ سمك المصطبة الدنيا حوالي عشرة أمتار (جدول ٢)، و يطغى على نصفها العلوي رواسب طباقية متفاوتة السمك (شكل ١٢). و يعتقد بتكون هذه المصطبة في المرحلة الثانية من تطور حوض الوادي حيث أرسبت في بادئ الأمر خمسة أمتار من الرمل الخالص بعد أن شق الوادي مجراه في الحجر الرملي الكامبري وحفر في رواسبه الفيضية السابقة.

من جهة أخرى يبلغ سمك المصطبة الثانية عشرين متراً. وتتوضع هذه المصطبة فوق صخور الحجر الرملي الكامبري، كما تتباين مناسيبها على جانبي الوادي لمسافة كيلومتر تقريباً بسبب عمليات التصدع الحديثة، حيث يقطع الوادي مجراه هنا على طول صدوع محلية في صخور الحجر الرملي الكامبري، و يضيق بحيث لا يزيد اتساع المجرى عن عشرة أمتار في أغلب الأحوال (شكل ١٣)، وتحيط به حوائط رأسية من الحجر الرملي. و يعتقد بأن المصطبة العليا قد تكونت في المرحلة الثالثة من تطور حوض الوادي، وهي المرحلة التي تم فيها أسر البحيرة البليستوسينية في منطقة الحميمة وتقطيع أوصال رواسبها وتكوين البادلاندز. وتدل مواد المصطبة العليا على تواجد مورد ضخم من المواد السفحية Regolith المجاورة على جانبي

٢١. Huckriede, R., and G. Wiesemann, 1968, Der jungpleistozane pluvial- See von El Jafr und weitere Daten Zum Quarter Jordaniens. Geol. Palaeontol. (Marburg), 2, p. 73.



شكل (١٢) أحد المصاطب اللحية قرب مصب وادي أحيمر



شكل (١٣) مجرى ضيق لوادي أحيمر على طول أحد الصدوع المحلية

الروافد في الحوض الأعلى لوادي أحيمر قبيل البحيرة البليستوسينية ضمن وحدة الكتل شديدة التخلخل (التصدع)، وكانت العواصف الماطرة من القوة بحيث تمكن الوادي من اكتساح تلك المواد وترسيبها مع قليل من التصنيف، وقد ساعد على رفع معدلات المواد المجاورة ارتفاع كثافة المفاصل والشقوق التكتونية في صخور الركيزة والحجر الرملي الكامبري بدليل شيوع ظاهرة الرجوم الصخرية Tors في المجرى الأعلى للوادي. وبيّن الجدول (٢) المصاطب اللحقية في وادي أحيمر ونظائرها في وادي الشقيري - الفلق، ووادي الحسا، وروافد نهر الأردن الأدنى. ويعتقد الباحثان بإمكانية وجود مصطبة نهريّة ثلاثة على الأقل على منسوب أعلى من المصطبة العليا الأنفة الذكر، إلا أن صعوبة الحركة في المجرى الأعلى للوادي لم تمكن الباحثين من التعرف إليها، ويؤكد هذا التوقع ظهور انقطاع على المقطع الجيومورفولوجي (شكل ٩) على منسوب ٣٧٥ متراً، إضافة إلى ظهور عدد من نقاط التقطع (شكل ٩) على منسوب أعلى من مناسيب المصاطب النهرية التي تم تحديدها.

٤. العمليات الجيومورفولوجية وتطور المنحدرات :-

تتباين مورفولوجية المنحدرات والعمليات الجيومورفولوجية المسؤولة عن تشكيلها تبايناً كبيراً في حوض وادي أحيمر، إذ تتراوح أشكالها بين سفوح لطيفة الميل كسفوح البديمنت، أو الجروف أو الحافات شديدة الانحدار ($< ٥٤٥^\circ$). كما تتباين الحافات نفسها، إذ نجد حافات بسيطة تتكون من نوع صخري واحد وشديد الصلابة والمقاومة للنحت كالجروف الجرانيتية، أو متوسط الصلابة كصخور الحجر الرملي الأردوفيقي تطور عنه حافات بسيطة يغطي عليها التحدب كقباب النقش. وعندما ترتفع كثافة المفاصل والشقوق تتكون الأبراج الصخرية. وقد يكون الصخر هشاً كالرواسب البحرية التي أسفر تقطيعها عن تكوين طوبوغرافية البادلانز.

من جهة أخرى قد تكون الحافات مركبة في حالة تكونها من نوعين من الصخور تتباين في صلابتها ومقاومتها للنحت، حيث تتواجد طبقة صخرية صلبة غطائية أسفلها طبقة صخرية أقل صلابة كما هو الحال في جبل خشم امشيطي إذ تتوضع الطبقات الكلسية فوق صخور الأردوفيقي الأسفل الرملية. أو العكس عندما تتوضع طبقات صخرية لينّة كالحجر الرملي الكامبري فوق صخور أصلب كالجرانيت. إضافة لما سبق يمكن مشاهدة حافات معقدة تتكون من عدة وحدات صخرية تتباين في صلابتها كما هو الحال في حافة رأس النقب. و يعكس نمط تراجع المنحدرات في المنطقة طبيعة التجوية والنحت والبنية. وعموماً يتوقف شكل المنحدرات على عدة عوامل أهمها :-

- ١) درجة مقاومة الصخور للنحت أو بمعنى آخر درجة تلاحمها ونفاذيتها.
- ب) كثافة واتجاه المفاصل والشقوق والمسافات بينها، وطبيعة تطبيق الطبقات الصخرية.
- ج) درجة ميل الطبقات الصخرية واتجاهه.
- د) طبيعة المنحدر والحافة من حيث كونها بسيطة، أو مركبة، أو معقدة وما يترتب على ذلك من تباين الصخور التي تتكون منها.

جدول - ٢ - المساطب للمعينة في وادي أسير - الزكية وخطايرما في وادي الشقيف - المنطق ٥
وادي المساء ووليف تهر الاردين الادبي

المساطر بالاشار	وادي أسير - الزكية	القصبي بالاشار	وادي الشقيف - التلق	وادي المساء	وادي المساء الاردين
١	موتة كونهتوتوت تكون من الجلاميد والريال اللاحقة (معدومة) نعمت)	-----	-----	-----	تأويل المساء (بيهتوسن) أحلق ()
٢٠	المعينة للمعينة المعينة (نعمت)	١٠	المعينة للمعينة المعينة (نعمت)	المعينة للمعينة المعينة (نعمت)	تأويل المساء (بيهتوسن) أحلق ()
١٠	المعينة للمعينة المعينة	٢-٢	المعينة للمعينة المعينة	المعينة للمعينة المعينة	تأويل المساء (بيهتوسن) أحلق ()
	نعمت		نعمت	نعمت	تأويل المساء (بيهتوسن) أحلق ()

Source : Vita - Finzi, 1964, Op. Cit., p. 30 .

و يمكن التعبير عن أشكال الحافات بنسبة رياضية بسيطة أطلق عليها شوم Schumm وتشورلي Chorley (١٩٦٦) مصطلح نسبة التجوية (Weathering Ratio (W). إذ يتوقف ظهور أو اختفاء الانقراض عند قاعدة الحافة أو السفع على النسبة بين معدل انتاج الحطام من واجهة الحافة (P)، ومعدل تفتتها وإزالتها من نطاق القاعدة (d). فإذا كانت النسبة (W) تفوق وحدة واحدة فإن ذلك يعني أن معدل الانتاج يفوق الإزالة، وبالتالي يتكون سفح الهشيم أو مخروط الانقراض. أما إذا كانت (W) تساوى أو قريبة من وحدة واحدة يكون هناك توازن نسبي بين معدل الناتج من الحطام ومعدل إزالته، وبالتالي تظهر أغشية سفحية Regolith قليلة السمك في الغالب. وبشكل عام تتميز قواعد الحافات أو السفوح في حوض وادي أحيمر - الركية بنسبة تجوية (W) أما مساوية لواحد تقريباً ($W=1$)، حيث يظهر توازن نسبي بين معدل تكون المغتات وإزالتها كما هو الحال في سفوح البيديمنت، أو تفوق النسبة واحد ($W > 1$) كما هو الحال في بعض السفوح الجرانيتية حيث تظهر سفوح الهشيم ومخاريط الانقراض، أو تقل النسبة عن واحد ($W < 1$) كما يتضح في حافة رأس النقب. هنا تكون معدلات التجوية سريعة ومعدلات الإزالة أسرع بحيث لا يتبقى عند قاعدة الجرف أو السفح إلا الجلاميد الضخمة فقط. وينطبق ذلك أيضاً على الجروف المتطورة في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل في المنطقة الواقعة بين جبل الجبل وجبل أرقا حيث لا نجد عند قواعد تلك الجروف أية رواسب بسبب تفتتها السريع أثناء نقلها أو سقوطها باتجاه القاعدة، وسرعة إزالتها بالتآرية أو التعرية المائية.

١) سفوح البيديمنت :-

تشكل المنطقة المحصورة بين الحافة الصاعدة لرأس النقب وحافة صدع القويرة، سفح حضيض صحراوي. تعرض للتسوية في مراحل تطوره الأولى بفعل روافد وادي الينم التي تنبع من حافة رأس النقب، وتم تعديله لاحقاً بفعل روافد وادي جمام التي أسرها وادي أحيمر، حيث تعرض السطح للتقطع على شكل ربوات تمثل قباب تقشر تظهر نماذجها في قاع النقب (شكل ١٤). ويغطي سفح الحضيض جزئياً لحقيات يزداد سمكها بالاقتراب من قاع الذرو وسهل أبو سويدا ليصل إلى مترين. وينكشف مقطعاً لهذه الرواسب بفعل التعرية المائية على طول وادي السميحي حيث لا يتعدى الانحدار درجة واحدة.

وقد تكونت سفوح بيديمنت مثالية في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل تتلاحم حول الربوات الرملية وقياب التقشر والتلال الرملية من مخلفات النحت. وبالرغم من ظهورها في قاع النقب أسفل الحافة الصاعدة، إلا أن أوضح نماذجها يوجد جنوبي الحافة ابتداء من جبل الجبل وحتى جبل أرقا حيث يقل تأثير الصدوع (شكل ٤). تتميز سفوح

البيديمنت هنا بخصائص مورفولوجية متماثلة تقريباً. إذ تتقطع بواسطة الشعاب التابعة لروافد وادي جمام ووادي الغرييض وحانوت وجديد، فتبدو كاشرطة صخرية تأخذ شكل المراوح الصخرية في أغلب الأحوال. وتتصل سفوح البيديمنت بقباب التقشر عبر تغير تدريجي مقعر في الانحدار، بينما تتصل بحافة رأس النقب وجبل الجل ومخلفات النحت الأخرى عبر انقطاع فجائي مقعر في الانحدار. وتبدأ هذه السفوح من قواعد الربوات البلاطة أو قباب التقشر ومخلفات النحت الأخرى، وتنحدر باتجاه وادي الغرييض ووادي جمام بمعدل يتراوح بين ٤ - ٥° جنوباً غربي قرية الحميمة، و ٢ - ٥° غرباً (شكل ١٤). و يتعمق عدد كبير من الشعاب والمسيلات في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل في نفس الاتجاه مكونة خنادق يصل عمقها بضعة أمتار. و بعد مسافة تتراوح بين ٢ - ١٠ كيلومتر من جروف رأس النقب تتغطى سفوح البيديمنت بلحقيات رملية وحصوية من الكوارتز بأحجام مختلفة (٣ - ٣٠ ملمترا)، ثم يطغى عليها الطين والغرين في منطقة قاع الذرو. وفي المجرى الرئيسي لوادي الغرييض ووادي جمام حيث يتسع سرير الوادي الى نحو ٢٠٠ متر تغطي الرواسب الرملية. وبالقرب من بلدة الحميمة الأثرية تتزحزح مجاري وادي الغرييض وتدور حول بقايا نحت كلسية متناثرة تشكل تلالاً هرمية محدبة الذرى (شكل ١٥)؛ يتراوح ارتفاعها بين ١٥ و ٢٠ متراً. ومن الأمثلة على بقايا النحت تلك جبل وثيده الذي يقع الى الجنوب من جبل الجل.

و يعتقد بتكون سفوح البيديمنت الحالية في قاع النقب مع بداية الرباعي أي في

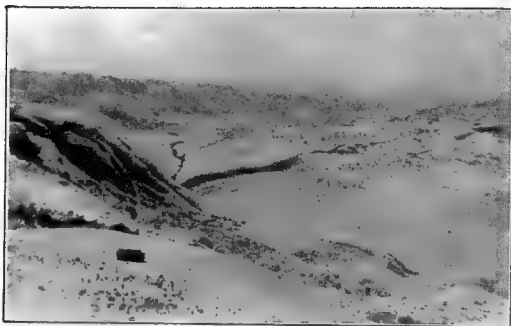


شكل (١٥) بقايا نحت كلسية متناثرة شرقي الحميمة

المرحلة التي تكونت فيها مروحة الكونجولوميريت عند مصب وادي أحيمر. وكان يمثل سطح منخفض القوية المحصور بين حافة رأس النقب وحافة صدع القوية مستوى القاعدة المحلي الذي تكونت عليه سفوح البيديمنت، حيث أزيلت تكونات الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل والكربن مع نهاية البلويسين وبداية البليستوسين بفعل روافد وادي اليتم، وبعدها طغى الارساب ليزيد من انبساطها ولطف ميلها، حيث يرق سمك الرواسب باتجاه قواعد الروابي الصخرية. وبعد تجدد النحت في البليستوسين الأعلى نشطت عمليات التعرية المائية وتفوقت على عمليات الارساب في نطاق البيديمنت مما يحمل على الاعتقاد بأن تلك الأشكال تمثل أشكالاً مبعوثة، أي كانت دفينة أسفل اللحقيات ثم انكشفت فيما بعد بفعل تجدد الشباب.

وبالرغم من نشاط الحركات التكتونية قبل تكون السفح البيديميتي الأساسي، إلا أن تلك الحركات نشطت أيضاً بعد تكونه، ويستدل على ذلك من هبوط المنخفض الطولاني الصدعي في البليستوسين الأعلى، والذي توضع فيه الرواسب البحرية، علاوة على تعرضها للرفع على حافته الغربية بمعدل يتراوح بين ١٠ و١٥ متراً، والنحت التراجعي الصاعد لوادي أحيمر الذي مكن من أسر وادي جمام، وتقطع الرواسب البحرية، والنشاط التحتاني لروافد وادي جمام والتي قطعت السفح البيديميتي حتى فرضت Imposed نفسها على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل. ومع استمرار النشاط الحثي وتجدد الشباب انطبعت المجاري المائية على نفس الصخور (شكل ١٦). إذ عمقت بعض روافد وادي جمام بالقرب من نوع اليمام بمعدل عشرة أمتار في صخور الأوردوفيشي الأسفل. وبالاقترب من قواعد حافة رأس النقب تعمقت الروافد رأسياً فانطبعت على غطاء اللحقيات مما يؤكد بأن قنوات الأودية هنا قد شقت مجاريها في القسم الأخير من الرباعي. وعندما انكشفت الصخور الرملية توافقت مجاريها مع بنية تلك الصخور وذلك باتباعها المفاصل الرئيسية، في حين تتبع الشعاب الجانبية شقوق الصخر ومفاصله الثانوية. وتدل سرعة التعميق على قلة مقاومة هذا النوع الصخري لعمليات النحت المائي، وبخاصة وأن تيارات الماء هنا مسلحة برواسب وحصوات الكوارتز التي تعجل في ميكانيكية عمليات النحت. ويظهر ذلك بوضوح في تملس الجوانب الصخرية العارية للوادي مسافة بضعة أمتار فوق القاع.

و يبين الجدول (٣) بعض الخصائص المورفومترية لحقل من الأبراج الصخرية وقباب التفشر تم قياسها ميدانياً في قاع النقب. وتؤكد على دور المفاصل في تكون الشعاب وتطورها على سفوح البيديمنت في المراحل المتأخرة لتطورها. ويوضح أن اتجاه المفاصل يتبع اتجاهات الصدوع الرئيسية والثانوية في حافة رأس النقب. إذ تأخذ المفاصل الرئيسة اتجاه شمال شمالي شرقي - جنوب جنوبي غربي، بينما تأخذ المفاصل الثانوية اتجاه شمالي غربي - جنوبي شرقي. ويزداد متوسط ميل السفوح الشرقية (٧٣ر٥) والغربية (٧٣ر٥) لتلك الأبراج عن متوسط ميل سفوحها الشمالية (٦٨ر٣) والجنوبية (٦٢ر٢) لأسباب غير واضحة. ويعتقد بأن إزالة غطاءات اللحقيات التي كانت تتوضع فوقها، إضافة إلى التعرية



شكل (١٦) مجاري منطبعة على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل

المائية قد ساعد على توسعها.

وقد دلت الملاحظات الميدانية في شتاء عام ١٩٨٦ على أن مياه العواصف الماطرة تميل للتجمع بسرعة في عدد كبير من الشعاب والمسيلات التالية التي تنحدر على طول حافة رأس النقب وسفوح قاع النقب بحيث يتدفق الجريان السطحي بافراط يصل الى مستوى Supercritical (بناء على رقم فرودي Froude's number) يصبح التدفق السطحي Supercritical عندما يكون رقم فرودي أكبر من وحدة واحدة (٣٣). وعموماً يقل عدد المجاري المائية باتجاه البحيرة البليستوسينية شرقي الحميمة بحيث يصبح السطح أكثر لطفاً ونعومة. وتؤكد مورفولوجية مقاطع سفوح البيديمنت التي تم مسحها ميدانياً بأن تلك السفوح في حالة تقطع بفعل الشعاب الأنفة الذكر. و يتكرر التقطع من نفس الشعب أو الوادي على المقطع الواحد مما يؤكد الهجرة الجانبية للشعاب كما يتضح في منطقة جبل الجل. و يتجلى تأثير التقطع في تباين التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على سفوح البيديمنت (شكل ١٧). فبالرغم من وجود قمة واضحة في التوزيع التكراري تتضمن فئة انحدار ٢-٤° وهي الميل النموذجي لسفوح البيديمنت، إلا أن القمة الأخرى التي تحتوي فئة انحدار ٢٢-٢٨° تمثل في الواقع السفوح الجانبية للشعاب التي تقطع سفوح البيديمنت. وعندما يترسم الشعب أحد المفاصل ترتفع درجة انحدار السفح الجانبي للشعب لتصل ما بين ٧٠ و ٩٠ درجة، وفي حالة تجاوز

Rahn, P. H., 1967, Sheet floods, Stream floods, and the formation of pediments. . ٢٢ Ann. Assoc. Am. Geogr. 57, 593-604.

جدول ٣ - مؤشرات الأداء الصغيرة المتوفرة في صندوق الحبر الوطني، المورد وشي الانفسل
الموقع : طاع النقيب، حفل حافة رأس النقب، المصدر : المسح الميداني

عدد و اتجاه الضاغط و اللفة	عدد و اتجاه الجوانب و الحدادها (درجة)	الارتفاع	المعرض	المطلوب	المساحة				
الارتفاع (درجة)	المساحة	شمال	جنوب	شقوق	فجرب				
٥٠	مضلل رتسور يزن ٦٦٥ في وسط البرج	٦٢	١٠	٨٢	١٠	٢٥	٥	٢٧٥	١
٢٣٠ ٥٥٠	٧ مضلل متوازية لا تقطعها المضلل ونا المزايا محددة بها	٦٧	٧٦	٨٢	٩٤	١٦٥	٢٧٥	٢	
٣١٠ ٥٤٥	٦ مضلل جوانبها الشرقية والغربية والشمالية محددة بالمضلل الرئيسية	٢٨	٤٤	٨١	٩٠	٢	٢٢	٢	
٤٠	٥ مضلل	٣١	٦٤	٩٠	٤١	٢	٢٥	٢	
٢٤٥ ٥٣٠	شبكة كثيفة من الضاغط الرئيسية والثانية	٨٨	٦٧	٨٣	٧٥	٤	٧٥	٥	
٤٠	٥ مضلل	٤١	٧٣	٧٨	١١٠	٢٧٥	٤	٢٢	٦
٣٠	محاذاة بالضاغط من جميع الاتجاهات	٩٠	٩٠	٥٢	٩٠	٤	٢٧٥	٧	
٢٠	محاذاة بالضاغط من جميع الاتجاهات	٨٢	١٠٥	٨٢	٦٢	٢٩	٢٧٥	٨	
٢٥	٤ مضلل	٥٩	٨٨	٤٦	٣٢	٢١	٥	١٠	٩
	٣ مضلل	٢٣	٦٧	٤٧	٤٨	٢	٢٥	١٠	

■ اتجاه الفاصل الثانية .

السفح البيديمتي الانقطاع الفجائي المقعر في الانحدار فانه يقضي الى الحائط الجبلي الذي تزيد درجة انحداره على ٧٥°.

يمكن تفسير تقطع أسطح البيديمت اما نتيجة للتغير المستمر في نظام التصريف النهري الحالي والهجرة الجانبية لها وبالتالي تكونت سفوح البيديمت بفعل الفيضانات الغطائية كما يعتقد كنج King (٢٤)، أو أنها تكونت أساساً بفعل الفيضانات النهرية Stream floods كما أوضح ران Rahn (٢٥). ويعد التفسير الأخير أكثر قبولاً في الدراسة الراهنة بسبب ظهور عدد كبير من الشعاب وروافد وادي جمام والغريش منطبعة على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل. ولا شك أن عمليات نحت البروزات الجبلية والتي تظهر بوضوح جنوبي جبل الجل وجبل أرقا إضافة الى عمليات البري الجانبي Lateral corrasion بفعل مجاري الأودية والشعاب هي المسؤولة عن تكون البيديمت. ويبدو أن دور التخريش الريحي في تكون سفوح البيديمت ضعيفاً في الوقت الحاضر. وبالمقابل ينشط عامل النقل الريحي بشكل واضح على نحو ما يستدل من تكرار العواصف الغبارية من جهة، وتغير نسج التربة الحلقية من السطح الى الأسفل أي من الخشونة الى النعومة على طول القطاع.

وتتباين قيم نقاط الانقطاع Nickpoints لسفوح البيديمت* على طول خط الانقطاع بسبب تباين التصدع والتعرية المائية على طول حافة رأس النقب وتلال النحت وقباب التقشر جنوبها، وكذلك تباين الصخور وتطور الشبكة المائية.

ويتكون سطح البيديمت من نطاقين واضحين: الأول هو نطاق النحت والثاني نطاق الارساب (شكل ٤، ١٤). ويمثل الحد بين النطاقين الحد العلوي للحقبات. وقد يكون هذا النطاق ثابتاً أو متغيراً، فقد يهاجر الحد صعوداً أو هبوطاً على طول السفح. ويعكس موقع هذا الحد العلاقة بين كمية الرواسب المتاحة وجهد العمليات المسؤولة عن اكتساحها وإزالتها. ففي حالة وجود توازن بين كمية الرواسب ومعدلات إزالتها يبقى الحد ثابتاً نسبياً، ويكون سفح البيديمت في هذه الحالة واسعة تقل بالدرجة الأولى، وعندما تكون معدلات الارساب أعلى من معدلات الأزالة يهاجر الحد الى أعلى (٢٦). ويعتقد أنه في منطقة قاع النقب كان الحد يهاجر الى أعلى بسبب تزايد كميات اللحيات حتى غطت الروابي اللاتئة في البليستوسين الأوسط. إلا أنه بعد عملية أسر البحيرة البليستوسينية بفعل وادي أحيمر، أخذت

٢٤. King, L. C., 1953, Canons of landscape evolution. Bull Geol. Soc. Am., 64, 721-752.

٢٥. Rahn, P.H., 1966, Inselbergs and nickpoints in south western Arizona, Zeit. für Geomorph., 19 (3), 217 - 225.

* أو الفرق في الانحدار بين الحائط الجبلي وسفح الحضيض الصحراوي أسفل، والذي يعبر عنه بالقيم السالبة لنقوس المنحدر Curvature عند نقطة الانقطاع.

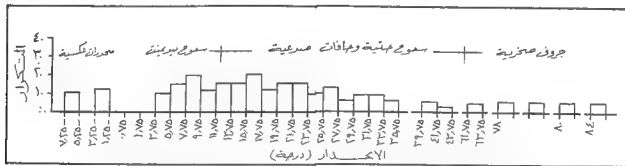
٢٦. Cooke, R. U., and P. F. Mason, 1973, Desert Knolls pediments and associated landforms in the Mojave desert, California. Rev. Geom. Dyn., 22 (2), 49-60.

ب) حافة رأس النقب :-

أسهمت العوامل التكتونية، والمبدية الجيولوجية، وتباين الصخور، والخصائص الهيدروجينية سواء في البليستوسين أو في الوقت الراهن بدور رئيسي في تشكيل مورفولوجية حافة رأس النقب. وبمثل دور العوامل المكتوبة والنيوية في الصدوع القديمة الشمالية العرصة ... والجنوبية الشرقية التي حددت الآثار المورفولوجي العام للحافة من جهة أخرى ترتبط على الحركات التفاضلية للصدوع أما نشأة أشكال أرضية سبوية مستعرضة على الحافة كالأغوار والشجود، أو أحداث صعب أرضي أدى بالتصاهر مع العوامل الهيدروجينية والضعف الصخري إلى تكون سبب اسلاقات أرضية قديمة وحديثة. وقد لعب تباين الصخور واختلاف مقاييسها للعمليات التكتونية والتعرية دوراً في تطور نماذج متعددة من المحدرات التي تتميز بأشكال أرضية ثانوية وعمليات جيومورفولوجية لها شأنها في تراجع المحدرات في

رواهد وادي جعمن في البحت التراجعي الصاعد في نطاق الأرساب على طول اليبديع منبيل تعمق المجاري في المنحدرات وفرض نفسها وسطح تفاصيلها على صخور الحجر الرملي بعد استكشاف الروابي لرملية المستديرة (شكل ١٨)، ويعتقد أنه في ضوء النشاط التكتوني الراهن واستمرار تجديد الشباب فإن معدلات إزالة الرواسب وتراجع الحد إلى الأسفل وتوالي اكتشاف الصخور أمراً مؤكداً بسبب تفوق معدلات البحت على معدلات الأرساب. ويؤيد هذه الحقيقة أيضاً ارتفاع كثافة شبكة الشعاب والمسيلات على حافة رأس النقب وبناء عليه فإن الاتجاه الآن هو التخفيض المستمر بسبب نطاق التحت الصخري بفعل التجوية والتفتت والتحت الناشئ على طول القطاع. ويساعد على سيطرة هذا الاتجاه ورمية التفتت والعاصل في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل، وظل مجاري الأودية والشعاب هذا من الرواسب

ومن الشواهد الجيومورفولوجية الأخرى التي تؤكد النمط المورفوديناميكي الراهن تغير



شكل (١٧) التوزيع التكراري لروابي الانحدار على سفوح اليبديع

الوقت الحالي. وتعكس الأشكال الأرضية الحالية وبشكل واضح دور التغيرات المحلية والحركات التكتونية في نشأتها وتشكيلها في البليستوسين. وقد ساعدت الملاحظة والقياس الذي أجرى على الطبيعة في تفسير تلك الأشكال في ضوء الظروف المناخية والقدسية، إضافة إلى تقييم العمليات الجيومورفولوجية الزاخرة والتعرف إلى دورها في صياغة الأشكال الأرضية الحالية

تم مسح خمسة قطاعات انحدر في الميدان تمثل مورفولوجية الحافة. وس تحليل التوزيع التكراري لروابي الانحدار (شكل ١٩)، والتحليل الجيومورفولوجي للمقاطع (شكل

خصائص سبع التربة في المنحدرات من الأعلى إلى الأسفل، ولدينا ظهور قطاعات تربة متويزة Truncated، واستكشاف الصخر Exhumation، واطباء تفاصيل الشبكة الناشئة على طول المفاصل والشقوق المتويزة في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل. وأصاحة إلى التأثير المحلي للحركات التكتونية في الرصاص على تطور سوح اليبديع والأشكال الأرضية المرافقة بها، مثل التعمير في علاقات بين معدلات تكون الرواسب ومعدلات ارتها، أي فترة استقرار السطح وتكون التربة، ومراحل التقطع لها أرساط كبير بالتغيرات المناخية المطيرة في الرصاص أيضاً



شكل (١٨) مجاري منطبعة بفعل المفاصل والشقوق على صخور الحجر الرملي الأوردو فيشفي الأسفل.

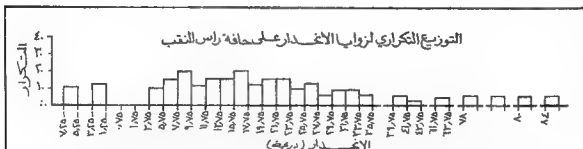
(٢٠) أمكن تمييز عدد من الوحدات الانحدارية على النحو التالي: -

أ (المنحدرات المعكوسة Reversed slopes في مناطق الانزلاقات الأرضية الرئيسية، وتتراوح درجة انحدارها بين ١ - و ٧٥ درجة.

ب (السفوح الحتية والحافات الصدعية، وتتراوح درجة انحدارها بين ١٢ و ٤٢ درجة.

ج (الجروف الصخرية وتتراوح درجة انحدارها بين ٤٥ و ٨١ درجة.

د (الأجزاء العليا من سفوح البيديمنت عند اقدام الحافة وتتراوح درجة انحدارها بين ٩ و ٩ درجات.



شكل (١٩) التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على حافة رأس النقب

وقد أدى تعاقب الحجر الكلسي والدولوميت والكلس المارلي مع الطبقات المارلية والطينية في مجموعة الكلس العقيدي، ومجموعة الكلس الأيكونو يدي، بالإضافة إلى ارتفاع كثافة المفاصل والشقوق وميلها باتجاه المنحدر على طول صدع رأس النقب، وتوزيع المياه في الطبقات الطينية إلى زيادة قوى الضغط والقص وضعاف قوى التحمل ضد القص عدة مرات في البليستوسين وبالتالي تكوين الانزلاقات الأرضية من نوع التدهور Slump والتساقط الصخري، وحذف الصخور (٢٧). ومن الجدير بالذكر أن بعض هذه الانزلاقات تجددت في الفترة الراهنة مما سبب مشكلات لطريق رأس النقب - العقبة. وقد دفع هذا الوضع المسؤولين إلى تغيير الطريق القديم. ولا يزال الطريق الجديد يعاني من الانهيارات الأرضية الثانوية وبخاصة في أماكن القطع الجانبي للصخور الطينية والمارلية والكلس العقيدي.

و ينشط على واجهات الجروف الصخرية عمليات تساقط الصخور ثم زحفه. إذ تكثر الجلاميد الصخرية والركام السفحي المتكون من صخور الحجر الكلسي الدولوميتي. وعموماً يزداد حجم جلاميد الحجر الكلسي المخرش والعقد الصوانية التي تظهر أحياناً مغروسة في المواد السفحية بالاقتراب من تلك الجروف مما يؤكد على أنها مشتقة من صخور الأم. وتتراوح أبعاد تلك الجلاميد بين ١٥ × ١ × ٨ متر و ١٠ × ٣ × ٣ متر. وتلعب التجوية التفاضلية عند انكشاف الطبقات الكلسية والكلس المارلي والطين، مع المفاصل والشقوق دوراً رئيسياً في تساقط الصخور، حيث يصل عمق بعض التجايف في الطبقات الطينية والمارلية أسفل الكلس الدولوميتي عشرة أمتار.

وقد أظهر استخدام حامض الكلورودريك HCL تفاعلاً واضحاً مع مكونات جلاميد الحجر الكلسي المخرش والساقط من السطح العلوي مما يفسر مظهرها المخرش كنتيجة لسرعة استجابتها للذابة. كذلك ظهر تفاعل نشط مع القشرة الكلسية المترسبة في المفاصل والشقوق مما يفسر توافق اتجاهات القنوات المائية والمفاصل والشقوق. وبالتالي فإن ظهور تلك المسيلات مرتبط بالتحلل الكيميائي للمواد الكلسية شديدة القابلية للذوبان، بينما ارتبط تطورها بالنحت الميكانيكي الذي يزيد من فاعليته تواجد العقد الصوانية السائبة.

ويتكون في صخور الحجر الرملي الكربن حفر التافوني بأبعاد متفاوتة. ويتفق ظهورها في أغلب الأحوال مع تواجد الطبقات الطينية والمارلية الرملية. وهذه الحفر إما غير متطورة تتراوح أبعادها بين ١٢ × ١ × ٢ و ٨٠ × ٦٠ × ٣٠ سنتيمتر (بكثافة ١٦ حفرة لكل متر مربع)، أو متطورة تماماً حيث تصل أبعادها إلى متر أو أكثر. ويغطي السطح داخل التافوني قشرة غير متصلة ومغبرة الشكل وبسماكات مختلفة تصل أحياناً إلى خمسة ملليمترات وتبدو غير متماسكة. في حين يغطي الجزء الخارجي من التافوني قشرة أكثر تماسكاً حتى من الصخر الأم ويصل سمكها إلى سبعة ملليمترات. وتظهر حفر التافوني بشكل رئيسي عندما

Saket, S., 1975, Slope stability on the Jordanian highways-Unpub. Rept., ٢٧ Ministry of Public Works, p. 237-241.

يزيد ميل السفح عن ٥٠ درجة، إلا أنها أكثر انتشاراً وتطوراً على المنحدرات التي تأخذ اتجاهها جنوبياً أو جنوبياً غربياً بسبب وفرة الرطوبة.

حيث تنكشف الطبقات الطينية والمارلية يتراجع السفح بطريقة التقشر النشط وبخاصة عندما يكون سمك الطبقات الطينية كبيراً. و يساعد على التقشر وجود عدد كبير من الشقوق التكتونية التي تسهل عملية اكتساح المواد وإزالتها بفعل التعرية المائية. و يؤدي تمدد المعادن الطينية في أوقات تساقط المطر (٦ - ١٠ أيام في السنة)، وانكماشها أثناء التجفيف إلى تكوين عدد كبير من الشقوق مما يجعلها عاملاً هاماً في تراجع المنحدر. وقد قيس سمك القشرات المتكونة بعد حفر عدة أسماء في صخور الكرب بين عامي ١٩٦٨ و ١٩٧٢ فوجد بأنها تتراوح بين ١٥ و ١٠٠ ملليمتر مما يعطي صورة ولو تقريبية عن معدلات التجوية. نلاحظ أيضاً انعدام التفاعل الكيميائي بين حامض الكلوريدريك والحجر الرملي المفكك بشدة والذي تعلوه قشرة رقيقة أحياناً، بينما وجد تفاعل متوسط مع الحجر الرملي الذي يعطي مظهراً مورفولوجياً مستديراً مما يدل على ترسب مكونات هذه الصخور في بيئة بحرية ضحلة حيث تكثر فيها المفتتات الحادة الزوايا.

وعندما تنكشف صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل عند أقدام المنحدرات، تكون إما سفوحاً مستقيمة أو خفيفة التقعر، أو تظهر قباب صغيرة الحجم عندما تتوافر المفاصل والشقوق. وتكون هذه العناصر الانحدارية إما عارية تماماً، أو تتجمع عليها الرمال في بعض المواضع لتكون نباكاً صغيرة الحجم، وقد تظهر بعض المفتتات صغيرة الحجم من الحجر الرملي الحديدي والحجر الكلسي المخرش وتتراوح أبعادها من بضعة سنتيمترات والمتر، مع زيادة ملحوظة في حجمها باتجاه المنحدر العلوي.

قائمة الأشكال الواردة في البحث

- شكل (١) الجيولوجيا والوحدات المورفوبنيوية وموقع منطقة الدراسة.
- شكل (٢) كويستا تتكون من الصخور الرملية والكلسية شرقي غرابن المشيطي — أم العظام.
- شكل (٣) النظام الجيومورفولوجي المغلق لحوض وادي أحيمر عند المصب.
- شكل (٤) الخارطة الجيومورفولوجية لحوض القوية — وادي أحيمر.
- شكل (٥) الأسماء الواردة في البحث.
- شكل (٦) الرواسب البحرية شرقي الحميمة.
- شكل (٧) المفاصل والشقوق في جبل الطوايل غربي الحميمة.
- شكل (٨) رواسب المروحة البليستوسينية عند مصب وادي أحيمر.
- شكل (٩) المقطع الطولي والمقطع الجيومورفولوجي لوادي أحيمر.
- شكل (١٠) درجات انحدار السفوح الشمالية والجنوبية على طول وادي زموع في الرواسب البحرية.
- شكل (١١) مقطع استراتيجرافي يبين طبيعة الرواسب البحرية في وادي زموع.
- شكل (١٢) أحد المصاطب اللحقية قرب مصب وادي أحيمر.
- شكل (١٣) مجرى ضيق لوادي أحيمر على طول أحد الصدوع المحلية.
- شكل (١٤) مقطعين في بديمنت القوية (منطقة قاع النقب).
- شكل (١٥) بقايا نحت كلسية متناثرة شرقي الحميمة.
- شكل (١٦) مجاري منطبعة على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل.
- شكل (١٧) التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على سفوح البديمنت.
- شكل (١٨) مجاري منطبعة بفعل المفاصل والشقوق على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل.
- شكل (١٩) التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على حافة رأس النقب.
- شكل (٢٠) مقطع جيومورفولوجي لحافة رأس النقب.

الآثار الجيومورفولوجية لمفاصل صخور الحجر الرملي بجنوب الأردن

الدكتور محمد أبو سفت

The Impacts of Joints on the Geomorphology of Sandstones in Southern Jordan

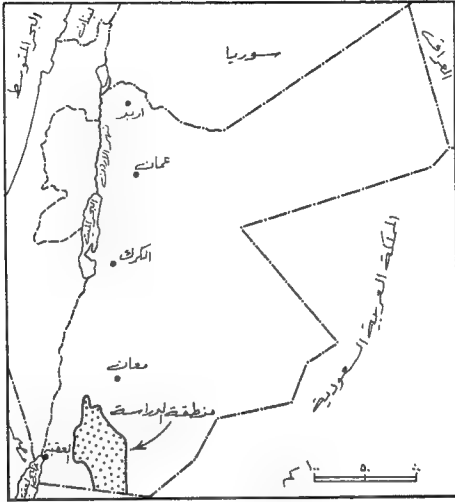
Abstract

The impact of Joints on the geomorphology of Sandstones in Southern Jordan has been discussed. Joints were evaluated in relation to their morphometric characteristics such as depth, orientation, and density. It is found that they constitute a major zones of weakness on which geomorphic processes acting heavily, and produced a wide variety of landforms and slope morphology.

١. المقدمة :-

تشكل هذه الدراسة اضافة إلى القليل من الدراسات السابقة التي تناولت دور مفاصل الصخر وشقوقه بالبحث، وهي دراسات حديثة نسبياً تركزت حول موضوعين، دار الأول منهما حول دور المفاصل والشقوق في توجيه شبكة التصريف النهري، كدراسة (Gerrard, 1973) وكل من (Bannister and Arbor, 1980) اللذان بحثا آثارها في جنوب بسلفانيا، بالإضافة إلى دراسة (Scheidegger, 1980) في جنوب أنتاريو، والذي أشار إلى نشأة شقوق حديثة على جوانب البحيرات والمحاجر ومقاطع الطرق. أما الموضوع الثاني فقد ركز على نشوء الانسلاخ والابراج الصخرية كدراسة (Linton, 1955) وكذلك فعل كل من (King, 1966) و (Twidale and Junifer, 1978).

وتعالج الدراسة الراهنة التشققات الموجودة في صخور الكامبري والاردوفيشي الأسفل والوسط والمتكشفة إلى الجنوب من حافة رأس النقب بجنوب الأردن (شكل ١، ٢). وتتناول المفاصل والشقوق من حيث كونها ظاهرة جيومورفولوجية، فتوصف أعماقها واتجاهاتها وكثافتاتها وصفاً مورفومترياً ومن ثم بيان دورها كعامل جيومورفولوجي باعتبارها نقاطات



شكل (١) : موقع منطقة الدراسة

ضعف صخري تركزت على طولها العمليات الجيومورفولوجية، فتظهر آثارها بأشكال منحدرات تحمل خصائصها أحياناً، وأحياناً أخرى بإيجاد أشكال ناتجة عن الاختلال بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة.

٢. الوضع الجيولوجي :-

يقع جنوب الأردن من الناحية الجيولوجية على الطرق الشمالي من الدرع العربي والذي تعرض إلى تعرية حولته إلى شبه سهل حتى يميل ميلاً خفيفاً باتجاه شرق الشمال الشرقي (Bender 1974, p. 109) ترسبت فوقه طبقات من الحجر الرملي النوبي بسمك ١٣٠٠ متراً تقريباً. وتتناول الدراسة الراهنة منها ما يقارب ٩٨٠ متراً، تتألف من* :-

١ (الحجر الرملي الاركوزي المتطابق، ويعود لمرحلة الكامبري الأسفل و يتراوح سمك



طبقاته من ٥٠ - ٦٠ متراً (Bender, 1963, p. 7) وتتكون صخوره من الحجر الرملي المتطبق الذي يبدأ من الأسفل بطبقات ذات محتوى خشن.

ب (الحجر الرملي المجوى البني الكتلي : يعود لفترة الكامبري الاعلى ، و يبلغ سمك طبقاته ٢٢٠ متراً ، و يتكون من طبقات من الحجر الرملي تتخللها عدسات من الحجر الطيني الغريني وراقات من الحجر الرملي الحديدي.

ج (الحجر الرملي الكتلي الابيض المجوى العائد لفترة الاردوفيشي الأسفل. و يتراوح لون هذه الصخور بين الابيض والبنفسجي. و يبلغ سمكها ٣٦٠ متراً يميزها قلة تماسكها وكتلية طبقاتها.

د (الحجر الرملي المجوى البني المتطبق العائد لفترة الاردوفيشي الأوسط. و يتراوح لون الصخور بين البني الفاتح والمغبر، وتتميز طبقاته البالغ سمكها ٢٥٠ متر بقساوتها وتفصلها.

تتميز تكتونيات المنطقة بنمطين من الصدوع كانا مسؤولان عن الملامح الطبوغرافية العامة :-

١ (الصدوع التي تتخذ اتجاه جنوب شرق - شمال غرب. وتشمل ثلاثة نطاقات يتفق الرئيسي منها مع محور القيعان الممتد من المدورة إلى القوية، ممثلة من الشرق إلى الغرب ببسل أبو صوانة، وقيعان الخرم والغال، والديسة، وأم سلب وأخيراً قاع أبو قريشع. هذه الصدوع عبارة عن نطاق غوري أخدودي عرضه ٣ كم (9, p. 1965, Burdon, 1959, p. 53) ورميته باتجاه الجنوب الغربي (Heimbach and Meiser, 1959, p. 53) يوازيه من الشمال نطاق ضعف تكتوني يتمثل في صدع رأس النقب الذي نجم عن حركة جانبية أفقية (Mikbel, 1985,) ومجموعة صدوع متوازية صغيرة تكونت على طولها حافة رأس النقب (Burdon, 1959, p. 53). كما تشير الخريطة الجيولوجية إلى وجود نطاق آخر مواز لنطاق القيعان من الجنوب، و يمتد فيها بين جبل أم سحم وجبل أم الهاشم.

ب (خطوط التصدع التي تتخذ اتجاه شمال - جنوب، وتوازي في اتجاهها الصدع الرئيسي لوداي عربية، ويمثلها في المنطقة صدع المرصد - القوية والصدوع الموازية له. وقد تراوحت مقدار الازاحة فيه بين عدة أمتار و ١٠٠ متر (Bender, 1963, p. 10). وتتميز الصدوع الموازية له بصغرها وذلك بالابتعاد عن الصدع الرئيسي.

٣. الخصائص المورفومترية للمفاصل والشقوق :-

تتباين الشقوق في خصائصها المورفومترية بين منطقة وأخرى وبين صخر وآخر في جنوب الأردن. وتتمثل هذه الاختلافات في أعماقها واتجاهاتها، وانفتاحها او انغلاقها.

أ - الاتجاه :-

كشفت الدراسة الميدانية عن وجود علاقة قوية بين اتجاه الصدوع واتجاه الشقوق، وتتضح هذه العلاقة عند مقارنة منطقة بعيدة عن الصدوع بأخرى قريبة منها، فقرب خطوط التصدع تنتظم الشقوق في حزم شقية موازية لتلك الخطوط. كما يشير تقاطعها في مناطق التقاء الصدوع إلى قوة هذه العلاقة (شكل ٣).

يوضح (شكل ٢) كيفية توافق اتجاه الشقوق مع اتجاه الصدوع الرئيسية، ويزداد هذا التوافق بالاقتراب من مواقع تلك الصدوع. وتتخذ الشقوق اتجاهان رئيسيان في مناطق التقاء الصدوع الرئيسية كما هو الحال في (شكل ٣/ ٤ و ٧). في حين تتخذ اتجاهات مبعثرة إلى جانب وجود اتجاهين رئيسيين كما هو الحال في (شكل ٣/ ٢) مما يؤكد ضعف تأثير الصدوع في تحديد اتجاهات الشقوق بالابتعاد عن خطوط التصدع الرئيسية.

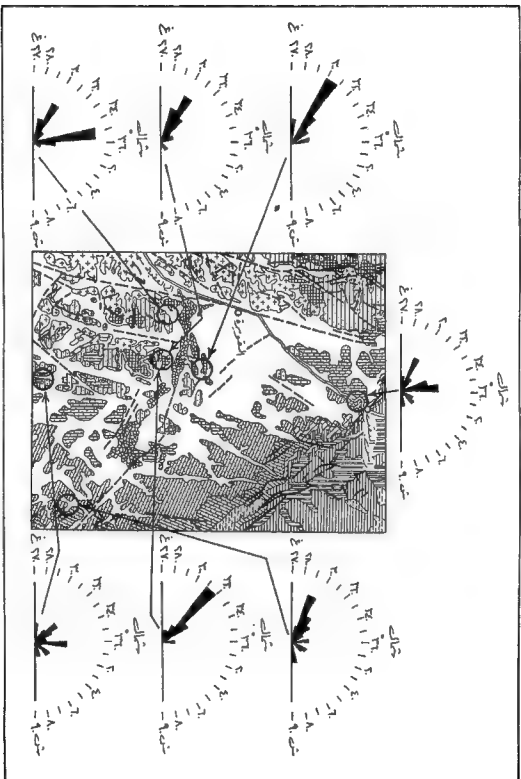
ب - العمق :-

تقتصر الدراسة عن عمق الشقوق على تلك التي أمكن مشاهدة أعماقها في الميدان. وفي هذا المجال أمكن تمييز شقوق قليلة العمق، وأخرى عميقة متعامدة على الجروف الصخرية، إلا أن أعماقها أقل من ارتفاع تلك الجروف. ونظراً لسفور صخور المنطقة فقد أمكن تقسيم الصخر الواحد إلى عدة أقسام تميز كل منها باختلافات واضحة في عمق الفاصل وهي :-


















١. في صخور الكامبري أمكن تمييز منطقتين ذات اختلاف واضح في عمق الشقوق، الأولى: منطقة تسود فيها شقوق قليلة العمق في التلال الموجودة وسط قيعان أم سلب وأبو قريش (العتيد، الهضبة الحمراء) وكذلك الطبقية والعتود ومحباً والرومان وجبل حبيرة. ويتراوح عمق مفاصلها بين ٢٠٢ متراً. أما المنطقة الثانية فتسودها الشقوق العميقة التي يغور بعضها ٣٥٠ متراً ويبلغ اتساعها على السطح بين ٤ و ١٥ متر^(١). وتوجد بجبل رم وأم عشرين والخزعلي.

٢. في صخور الأردوفيشي الأسفل أمكن تمييز نمطين من الشقوق في منطقتين متباعدتين الأولى منهما: تتميز بعمق شقوقها التي تقطع التلال الموجودة في منطقتي القوية وخور العجرم من الوسط. على الرغم من انتظام هذه الشقوق وكبر امتدادها وكونها من النوع المفتوح (Osborn and Duford, 1981, p.8)، إلا أنها عميقة بشكل يصعب معه تحديد عمقها بسبب وجود التلال التي تقطعها وسط حقول الرمل التي تغطي جوانب تلك التلال. الثاني: ويسود في منطقتي قاع الغال وقاع الاثل وتتميز هذه الشقوق بعمقها البالغ في المتوسط ٣م^(٢) (تتراوح قياساتها بين ١ - ١٠).

* انظر المراجع في نهاية البحث



شكل (٣): خارطة جيولوجية حسب بندق ووردات اتجاهات الشقوق في
مناطق المنطقة الجبلية (١:١٠٠٠٠٠) المصوب: ١:١٠٠٠٠٠

رواسب مائية / رجيح - حديث	
الحجر الكلسي البتوميني - باليوسين ، دانيان ، مسترختيان	
الحجر الكلسي الغوسفالي والسيليسي - مسترختيان ، كمبانيان	
الحجر الكلسي المارلي - سفتونيان ، تورونيان	
الحجر الكلسي السينوماني	
الحجر الرملي (الكرنبي) - كريتاسي أسفل	
الحجر الرملي (سابيليفيكسي) - أوردوفيشي O ₄	
الحجر الرملي (كراستوليتي) - أوردوفيشي O ₃	
الحجر الرملي - أوردوفيشي أسفل O ₂	
الحجر الرملي - أوردوفيشي أسفل O ₁	
الحجر الرملي - كامبري (غير متميز)	
الحجر الرملي - كامبري أسفل	
جرانيت - ما قبل الكامبري	
صدوع مؤكدة	
صدوع غير مؤكدة	
سطحات طينية (باليا)	
المواقع المدروسة	

دليل الخارطة الجيولوجية (شكل ٢)

جـ- كثافة الشقوق :

هي عبارة عن مجموع اطوال الشقوق الموجودة ضمن حيز مساحي معين . وقد تراوحت مساحة الوحدات التي شملتها عمليات القياس ما بين ٢ م^١ - ٢ م^{٥٠} ، وتسهيلا لعملية المقارنة فقد تم توحيد النسب والمساحات الي متر مربع واحد كمساحة نسبية . وقد كان التركيز في عمليات القياس الميداني على اماكن الكثافات القصوى ، وفي بقاع متفرقة ثم حساب المتوسطات . وكانت اماكن القياس تفحص مسبقا بحيث يراعى اشتغالها على مختلف الكثافات .

وقد تبين من واقع القياسات والملاحظات الميدانية ان كثافات المفاصل تتباين من مكان إلى آخر ، وذلك حسب القرب أو البعد من اماكن خطوط الصدوع في الصخر الواحد والصخور المختلفة . وجدت اعلی الكثافات في مناطق التقاء خطوط الصدوع ، كما تبين أن أكثر الأماكن كثافة على جانبي الصدوع هي أماكن الحزم المفصلة ، وتبلغ كثافتها القصوى عندما تقاطع حزم الشقوق . ونظرا لاختلاف الخصائص الصخرية ودرجة استجابتها لعمليات التشقق ودرجة تصدعها فانه يمكن تمييز الأنماط التالية في تشققها : -

١ . يبلغ متوسط كثافة المفاصل في صخور الكامبري المكتشفة على الجانب الشمالي من محور القيعان التكتوني (المناطق المتاخمة لقاع أم سلب وقاع ابو قريشع من الشمال) تبلغ متوسط كثافة نحو ٢ م/١ (الكثافة القصوى ٢ م/٥) . بينما وصل متوسط كثافتها على جوانب التلال الموجودة وسط القيعان ٢ م/٥ (القصوى ٢ م/١٨) ، وعموما تزداد الكثافة في هذه التلال في حالة وقوعها على طول امتدادات صدوع فرعية مثل العتيد الذي تأثر بصدوع القيعان وادي مطلب وادي الرومان . لذلك يبلغ متوسط الكثافة في تلك المواضع إلى ٢ م/٨ (الكثافة القصوى ٢ م/٢٦) ، ومن جهة أخرى يبلغ متوسط كثافتها على الهوامش الجنوبية لنطاق القيعان التكتوني (الجوانب الشمالية بجبل الطقطقية ، العتود ، جبل رومان ، وجبل حبيرة) ٢ م/٣ (الكثافة القصوى ٢ م/٢٠) . وبعيدا عن نطاق المحور التكتوني للقيعان نحو الجنوب تبلغ ٢ م/١ في رم ٢٠٧ و ٢ م/٢ في الخزعلي .

٢ . في صخور الارذوفيشي الأسفل امكن تمييز ثلاث مناطق متباينة في كثافة مفاصلها . الأولى : وتمثل بشقوق تلال خور العجرم ، وتتعيز هذه الشقوق بكونها مفردة قليلة الكثافة (اقصى كثافة لها ٢ م / ٢) ، و يعود ذلك لبعدها النسبي عن النطاقات التكتونية الرئيسية في المنطقة .

الثانية : وتمثل بالمنطقة الموجوة عند اقدام حافة رأس النقب شمالي دبة حانوت . ونظرا لوقوعها في منطقة التقاء نطاق حافة رأس النقب التكتوني مع صدع وادي المرصد - القويرة فان الشقوق هنا تتميز بتصلبها ، وبكثافة متوسطها ٢ م/٦ (اقصى كثافة ٢ م/٢) . الثالثة : وتمثل بالمنحدرات السفلى لجوانب جبل الغال وجبل منيشير . وتتميز صخور هذه المنطقة عن سابقتها بكونها مغطاة بصخور الارذوفيشي الاوسط ذات الخصائص الليثولوجية

المختلفة، في حين تتألف المنطقتين الأولى والثانية من صخور الادرافيشي الأسفل. و يبلغ متوسط كثافة الشقوق في هذه المنطقة ٤م/٢م بكثافتها القصوى ٨م/٢م.

إن ارتفاع كثافة الشقوق في صخور الادرافيشي الأوسط بشكل عام بغض النظر عن موقعها من النطاقات التكتونية تنبئ عن اختلاف نشأتها عن نشأة الشقوق في الصخور السابقة الذكر، يدعم هذا الافتراض الاختلاف الكبير في طبيعة صخورها الأكثر تماسكاً وتطبيقاً عن سابقتها. وقد بلغ متوسط كثافة الشقوق فيها ٨م/٢م. و بالقرب من النطاقات التكتونية وضمن نطاق الحزم الشقية الموازية للصدوع المحلية ٢م/٢م وذلك في منطقة التقاء صدع قاع الخرم وصدع الطرف الشرقي لجبل ام دفوف.

٤. الآثار والاشكال الجيومورفولوجية المترتبة على وجود الشقوق :-

لقد ترتب على وجود الشقوق اشكال وظواهر جيومورفولوجية متميزة حسب خصائص تلك الشقوق من حيث العمق والكثافة والاتجاه بالنسبة للمنحدرات من ناحية، والأنواع الصخرية ذات الخصائص المتباينة من ناحية أخرى. و يمكن تصنيف تلك الأشكال حسب عمق وكثافة الشقوق إلى الأنواع الآتية :-

١ - مجموعة الاشكال المرتبطة بالشقوق العميقة المفردة :-

المقصود بالشقوق المفردة هي تلك التي لا تنظم في حزم، وانما تظهر كحواصل منفردة ضيقة مليئة بمواد اعيد ترسبها، وفيما يلي تلك الاشكال :-

١. الخوانق العميقة :-

تنتشر هذه الخوانق بشكل رئيسي في صخور الكامبري المتكشفة في جبال رم وأم عشرين والخزعلي، وبشكل اقل على الجوانب الشمالية من قاع ام سلب. وتتميز بعمقها وضيقها، فبينما لا تزيد فتحاتها العليا عن ٢٠ متراً فإن أسفلها يظهر أحياناً على شكل استمرارات غير مفتوحة وعميقة في الصخور السفلى. وتتخذ خوانق جبل رم وجبل ام عشرين امتداداً شرقي غربي وقليل منها يتخذ اتجاهها شمالياً جنوبياً، بينما في الخزعلي تتخذ اتجاهات متباينة. وقد اشار Duford , Osborn إلى ان تطوراً ما يتعامد من هذه الشقوق على المنحدر غالباً ما يؤدي إلى تشكيل ما يشبه القلاع الصخرية. وتتميز هذه الخوانق بعمقها الذي يصل إلى ٢٥٠ متر، كما هو حال الخوانق الموجودة في جبل رم، و بعيداً عن منطقة رم فان عمقها يتراوح بين ٥٠ - ٢٠٠ متر.

تتميز جوانب هذه الخوانق بتسننها الراسي والافقي، فتسنناتها الراسية تعود لتعرض طبقاتها المختلفة لعمليات نحت تفاضليه يزداد على طول عدسات وطبقات الحجر الطيني السلسلي من جهة وسطوح التطبيق من جهة أخرى. اما تسننها الأفقي فيرجع نوع خاص من عمليات التجوية بنجم عنه بروزات واخاذيد صغيرة رأسية متوازية يسميها بدو جنوب الاردن باسم طراقات (جمع طراقة) ومكنونات (جمع مكنون) (Abu-Safat, 1986, p.117-122).

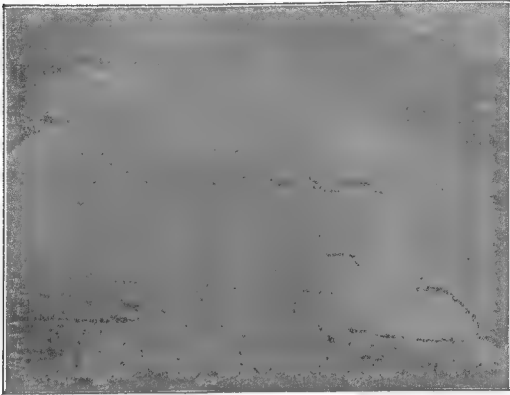
ان سيادة عمليات التجوية البطيئة المتمثلة بتكون القشرات وعمليات التحفر، وتفتت العدسات الطينية عن طريق الابتلال والتجفف، وعن طريق اذابة الملاح الصخري وتفكك حبات الرمل بطريقة الانفراط (Osborn and Duford, 1981, p.10) كان له دور كبير في بقاء تلك الخواص مفتوحة واضحة غير ممثلة بالانقراض. وحتى لو تعرضت جوانبها لعمليات تهدم كتلي فان تلك الكتل تسحق وتكسر وتصل إلى ارض الخانق على شكل رمال مفككة يسهل على عمليات التعرية المختلفة ازلتها.

ان اكثر الخواص وضوحاً هي تلك التي تقطع صخور الكامبري والاردوفيشي الاسفل في وقت واحد، مثال عليها جبل رم وجبل ام عشرين. وتتميز هذه الخواص بكون فتحاتها في الأعلى اكثر اتساعاً من تلك المتكونة في صخور الكامبري فقط. وبالرغم من قلة سمك طبقات الاردوفيشي الاسفل الموجودة فوق صخور الكامبري في هذه المناطق الا انها تلعب دوراً منظماً بسبب تماثل مكوناته الصخرية وسهولة تفتته وتجوئته. وقد ترتب على ذلك ان اخذت جوانب تلك الخواص في الأعلى شكلاً مستديراً.

تطرح ضخامة خواص الشقوق واتجاهاتها وابعادها تساؤلاً عن نشأتها وكيفية حدوثها؟ وهل هي شقوق تكتونية؟ وإذا كان كذلك فلماذا لا تكون خصائصها كخصائص الشقوق التكتونية؟. وقد يتبادر إلى الذهن ان هذه الخواص قد تطورت على طول حزم شقية عميقة، لكن الأجزاء العميقة المغلقة وغير المفتوحة لا تدعم هذا الافتراض، فهذه الأجزاء تظهر امتدادات الشقوق على شكل شقوق مفردة وليس على شكل حزم. وحسب تصورنا وعلى الرغم من صعوبة جمع الأدلة القاطعة بسبب وعورتها الطبوغرافية التي تعيق المشاهدة الدقيقة والقياس والمعاينة الا انه لوحظت ازاحة افقية على طول شق فيها في منطقة القوية وذلك فيما بين الرخامتين وتل القيمر وقد تطور ذلك الشق في اجزائه المكشوفة إلى خانق، وهذا يعزز القول ان هذه الخواص عبارة عن صدوع تزيح المضرب Strike-slip faults. لكن مصاحبتها لاماكن الارتفاعات الشاهقة المحدودة بجوانب قائمة تعزز القول ان هذه الخواص والموازية للمحدر بشكل خاص عبارة عن شقوق قديمة وبعضها حديث تطورت بفعل عمليات تخفيف الضغط بسبب ازالة اوزان هائلة من تكتونيات الصخور الرملية الأحدث.

٢. الواجهات الملصاء :-

يطلق عليها بدو جنوب الأردن اسم «ملقة» جمعها «ملقات» والملقة لغوياً تعني الحجر الأملس (معلوف، المنجد، ١٩ ص ٧٧٤). والملقات شائعة الانتشار في جوانب جروف صخور الكامبري بشكل عام وبتلك الموجودة على منطقة القيعان بشكل خاص. واكثر هذه الملقات وضوحاً وخصامة تلك الموجودة على الجوانب الجنوبية للهضبة الحمراء (شكل ٤) وتلال القرنيفات وكذلك على الطرف الشمالي لجبل ام عشرين. وتتراوح مساحة الملقات بين عدة امتار مربعة إلى ما يزيد عن ١٠٠٠ م^٢.



شكل (٤) : الواجهات المصقولة (ملقة) التي تتكون على طول شقوق عميقة، ويظهر عند اقدامها كوم حطام صخري (الصورة تبين الطرف الجنوبي الجنوبي للهضبة الحمراء). (ارتفاع الجرف ٢٥٠ متر).

ان ملامسة سطحها، وحجمها وأماكن توزيعها تطرح تساؤلاً عن كيفية نشأتها؟ وللإجابة على هذا السؤال لا بد من العودة إلى الشقوق العميقة وتركيب الصخر والعمليات الجيومورفولوجية البطيئة لتفسير ذلك. فدور الشقوق العميقة يتمثل بكونها تشكل سطوحاً جديدة تقطع الطبقات الصخرية رأسياً، وحتى يكون هذا الدور إيجابياً لا بد من كون هذه الشقوق على درجة من الضيق تحول دون عمليات النحت السطحي، بحيث تعطي فقط المواد الذائبة المترسبة التي تحملها المياه المتسربة بمسام الصخر. بالإضافة إلى ترسب المواد الدقيقة الطينية التي تحملها المياه المناسبة إلى تلك الشقوق. وأما دور تركيب الصخر فيتعلق بنسبة المادة اللاصقة القابلة للذابة ونوعها ومسامية الصخر. وقد دل تحليل القشرة الخارجية للملقات على غناها بالكربونات (١٥٪) مقارنة بالصخر الداخلي (٨٠٪). و يعمل تركيز المادة اللاصقة المترسبة في الشقوق والمنقولة من جانبي الشق بالإضافة إلى المواد الدقيقة المناسبة مع المياه فيه إلى ملئه وإخفاء الاختلافات الليثولوجية أسفل هذه القشرة.

وكنتيجة للنحت التفاضلي الذي ينشط في الطبقات والعدسات الطينية الغربية التي تكثر في طبقات الحجر الرملي الكامبري فإنه يتشكل فجوات تشبه الكهوف تمتد أفقياً في الغالب، مما يؤدي إلى الوصول إلى سطح تلك الشقوق وتهدم كتلتها الخارجية تاركة خلفها الطبقات المترسبة السابقة الذكر على شكل سطحاً أملساً. وإذا ما تصانف وجود عدسات الطين أسفل منحدرات الصخور عميقة التشقق فإن الملقات تظهر على شكل أسطح مصقولة صخمة. لذلك يمكن القول أن حجم الملقات يتوقف على عمق الشقوق من ناحية وعلى مكان وجود عدسات الطين السلتية بالنسبة للمنحدر. من ناحية ثانية فإذا توافق وجود شقوق عميقة مع عدسات طينية أسفل المنحدر فإنه يترتب على ذلك وجود ملقات صخمة، في حين يترتب على وجود شقوق عميقة ووجود عدسات طينية في وسط المنحدر ظهور ملقات أصغر حجماً.

٣. اكوام الحطام الصخري : -

كما ورد في الجزء الخاص بالملقات فإن تشكلها يقترن بسقوط الكتل الخارجية للشقوق مؤدياً إلى تراكم فتات الكتلة عند أقدام الملقة. و يبقى حطامها على شكل كوم من الحطام الصخري. ويتكون هذا الكوم من كتل صخرية متفاوتة في أحجامها حسب مايلي : -

أ (طبيعة سقوط الكتلة الخارجية للشق : هناك طريقتين لسقوط تلك الكتل، فاما أن تسقط سقوطاً واما تسقط انقلاباً، ففي الحالة الأولى تكون الأجزاء المتبقية من الكتلة الساقطة كبيرة بسبب تلقي الأجزاء السفلى للصخرة. بينما في الثانية تتوزع قوة الاصطدام على كل كتلة وبالأذا على نطاقات الضعف فيها والمتماثلة بسطوح التطبيق مما يؤدي إلى تكسرها وتناثرها إلى كتل صغيرة.

ب (الارتفاع الذي تم منه السقوط: من البديهي أن تكون العلاقة عكسية بين الارتفاع وحجم الكتل المختلفة عن عملية السقوط فكلما زاد الارتفاع ازدادت قوة الاصطدام وبالتالي زادت امكانية تفتتها إلى كتل صغيرة.

جـ (الزمن : يلعب عامل الزمن دوراً في حجم الكتل المتبقية عند أقدام الملقات. فمع تقادم الزمن تتفتت الكتل ويصغر حجمها عن طريق تجويتها وتعريتها، التي تزداد وتتركز بشكل أكبر مما كانت عليه تلك الكتل على الجدران الصخرية. حيث أن تكسرها يترتب عليه زيادة في مساحة وعدد أسطحها الخارجية من ناحية، وزيادة أثر الريح كعامل نحت فيها عند أقدام الملقات

وغالباً ما يرافق الملقات بغض النظر عن مساحاتها كتل صخرية كبيرة وعندما يزيد حجم الواحدة منها عن ما يقارب ٣م^١ يسميه بدو جنوب الأردن «رضمة». ورغم ملازمة الرضمات للملقات، فليس من الضروري أن تكون كل الرضمات ناتجة عن تشكل الملقات، فهناك بعض الرضمات التي تنتشر على منحدرات صخور الكامبري المدرجة، والناتجة عن تهدم اسقف انصاف الكهوف ذات الامتداد الافقي. وجدير بالذكر أن أكبر الرضمات التي شوهدت في المنطقة والناتجة عن سقوط رأسي تصل أبعادها إلى ٣٠×١٢م (شكل ٥).



شكل ٥ : كتلة صخرية ضخمة (رضمة) عند اقدام الملقة على جوانب أحد تلال القرينفات
شمال قاع ام سلب وقد سقط قبل ما يقارب ١٢٠ سنة

٤. الهرايات :-

وترتبط الهرايات مورفولوجيا بالمفاصل المفردة ذات العمق القليل والمتعامدة او المائلة على المنحدرات. و ينتج عن توسع تلك الشقوق تشكل كهوف تتميز بصغرفتحاتها الخارجية وبعمقها الكبير نسبياً. وقد اظهرت معاينة ما يقارب ١٥ هراية وجود علاقة واضحة بين تشكل الهرايات ووجود هذا النوع من الشقوق.

يرتبط تشكل الهرايات بوجود الشقوق التي يحدث على طولها تركيز لتسرب المياه، وبوجود عدسات الطين السليتي التي يتضاعف فيها اثر المياه. ونظراً للعلاقة الوثيقة بين انصاف الكهوف وتلك العدسات، فان الهرايات هي الأخرى تصاحبها. في حالات كثيرة تنتهي الشقوق عند بداية السطح العلوي للعدسات الطينية، قد تكون منذ البداية عملية التشقق لم تخترق هذه العدسات، وقد تكون قد سدت بسبب سهولة تجاوب مكونات هذه العدسات لأثر

المياه المتسربة. لذلك لوحظ أن معظم الهرابات قد تركزت فوق العدسات الطينية بفتحات نادرًا ما يزيد اتساعها عن ١م وبأشكال تتراوح بين المستديرة والمتطاولة، أما عمقها فهو كبير نسبياً (شكل ٦).



شكل ٦ : توسع احد الشقوق المتعامدة على انصاف الكهوف على الجانب الشرقي للطبقية، حيث تشكل الهاربة

ب - مجموعة الاشكال المرتبطة بالشقوق الكثيفة قليلة العمق :

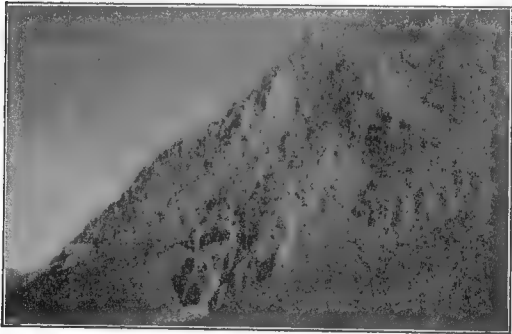
يتمثل دور هذه المجموعة من الشقوق بزيادة ملحوظة في التفكك الكتلي للصخور وتراكمها عند اقدام المنحدرات، لذلك يترتب عليها وجود اشكال حثية وترسبية تتمثل بمايلي :-

١. المنحدرات المدرجة :-

تتراوح درجات المنحدرات بين المصابط المنبسطة الفسيحة وانقطاعات الانحدار. كما تختلف في اسباب نشأتها، فبعضها يعود لوجود افاق من الحجر الرملي الحديدي Sandstone Ferruquineous وبعضها يعود لوجود طبقات طينية غرينية تتراجع بسرعة وترتبط بتشكيل انصاف الكهوف. اي انها ناتجة عن الاختلافات الليثولوجية التي تميز الكامبري، ولكن هناك بعض الدرجات لا يرتبط وجودها باختلافات ليثولوجية وهي على نوعين : الأولى : وتتحصر في الاجزاء السفلي من المنحدرات التي تطل على القيعان، وتتميز بتماماتها في المنسوب، ولا ترتفع

أكثر من ٢٥ متراً فوق أرض القيعان، وتتواجد فوق صخور مختلفة، وهي حسب رأي الباحث مناسباً لبحيرة قديمة. الثانية: وهي تلك الدرجات غير الواضحة التي تظهر في الأغلب على شكل انقطاعات في الانحدار وهي الناتجة عن وجود الشقوق.

ترتبط الدرجات التي تعود في نشأتها لوجود الشقوق بوجود حزم منها إذ نادراً ما يؤدي وجود شق واحد إلى نشوء مثل هذه الدرجات. ويرتبط بوضوح هذه الدرجات بعرض حزم الشقوق، فكلما زاد عرض حزم الشقوق، زاد عرض الدرجة المرتبطة بها، ونظراً لأن عرض حزم الشقوق نادراً ما يزيد عن ٢م فإن هذه الدرجات لا تتجاوز ذلك العرض إلا إذا كانت الحزم متقاربة بحيث تتصل مع بعضها، وفي هذه الحالة تظهر الدرجة مدرجة أيضاً. أما انحدار سطحها فيتراوح بين ٨ - ٤٠°. وتتميز هذه الدرجات بقلة استمراريتها، فهي تمتد لعدة أمتار وقد تصل إلى ٥٠ متراً ثم تختفي. وهذا مرتبط باستمرارية حزم الشقوق وامتدادها. وأكثر هذه الدرجات انتشاراً ووضوحاً تلك الموجودة على السفوح الشمالية لجبل حبيرة والطبقة وجوانب العتيد والهضبة الحمراء. والشرط الأساسي لتكون مثل هذه الدرجات وانقطاعات الانحدار هو موازاة حزم الشقوق لجوانب المنحدرات، وهنا يظهر الأثر الجيومورفولوجي للشقوق ليس بوجود درجات وإنما بوجود مسالك شبيهة بالمسيلات المائية، وهي تنتشر على الطرف الشمالي لجبل حبيرة وجوانب العتيد في صخور الكامبري وكذلك على الطرف الشمالي لجبل فيشير وجوانب جبل محمد وجبل الغال في صخور الأردوفيشي الأسفل والأوسط (شكل ٧).



شكل ٧: ركام سفح على جوانب صخور الأردوفيشي الأسفل - الأوسط على السفح الجنوبي لجبل الغال، كما يظهر أثر حزم الشقوق المائية على المنحدر على شكل شبيه بالمسيل المائي

٢. ركام السفوح ومخاريط الانقراض :-

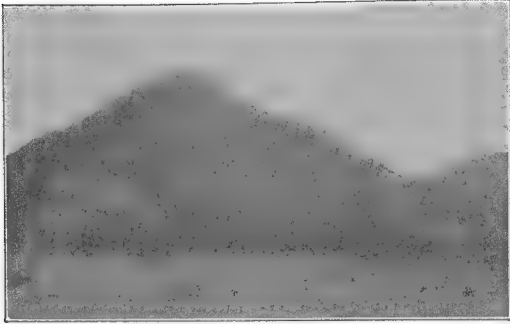
تفتقر اقدام منحدرات صخور الكامبري والاردوفيشي الاسفل بصورة عامة لوجود ركام السفوح الواضح المستمر بسبب سيادة عمليات التجوية والتعرية البطيئة. ولكن هناك حالات خاصة تلعب فيها الشقوق دور العامل الرئيسي لنشوء تلك الاشكال الترسبية عن طريق تسارع العمليات البطيئة وتحولها إلى اقتلاع كتل متباينة في احجامها حسب كثافة تلك الشقوق. وكما ورد في الصفحات السابقة ترافق الرضعات الملقاة التي تنشأ على الشقوق العميقة، فان ركام السفوح يرتبط بالشقوق الكثيفة ويتباين بشكل ووضوح ركامات السفوح حسب الانواع الصخرية المختلفة.

في صخور الكامبري يمكن تمييز الحالات التالية :-

١. على جوانب المنحدرات التي تتكون بكاملها من صخور الكامبري نادراً جداً ما تتشكل على جوانبها ركامات سفوح أو مخاريط انقراض و بسبب شدة انحدار تلك الجوانب، وحت المراوح الحصوية يصعب تمييزها بسبب صغر احجام مكوناتها. واما عند ظهور الدرجات على منحدراتها فان كتل صخرية متفرقة تتكوى على تلك الدرجات.
٢. على جوانب المنحدرات التي تتكون من صخور الحجر الرملي الكامبري وصخور القاعدة الغرانيتية تتراكم الفتحات الصخرية مكونة مخاريط انقراض نموذجية وركامات سفوح واضحة للعالم وذلك في الاماكن الكثيفة الشقوق. كما هو الحال على السفوح الغربية لتلال القريغفات والسفوح الغربية لجبال المرصد، عتود، رومان، اي على جوانب الصدوع الرئيسية والتي تنتظم على جوانبها الشقوق التكتونية (شكل ٨) وحيث تقل كثافة الشقوق فان مخاريط الانقراض تختفي وتظهر ركامات سفوح متباينة في ابعادها كما هو الحال على جوانب جبل ام عشرين وجبل رم.

وفي صخور الأردوفيشي الاسفل يمكن التمييز بين حالتين تمثلان منطقتين ذات كثافات شديدة التباين في شقوقهما وهما : الأولى : وتمثلها جوانب مجموعة التلال المنتشرة بين خور العجور وقاع الديسة حيث الشقوق قليلة الكثافة وطريقة التراجع الاساسية لصخور الأردوفيشي هي التفكك بطريقة الانفراط والتقشر السميكة، وتتميز جوانب هذه التلال بخلو جوانبها التام من ركام السفوح وضخامة المراوح الصخرية. والثانية : وهي جوانب منحدرات جبال منيشير ومحمد والغال. وتشكل صخور الأردوفيشي الاسفل المنحدرات السفلى لتلك الجوانب وتتميز صخور هذه الجوانب بوجود ركامات سفوح متصلة وواضحة نتيجة لكثافة الشقوق، وترتداد ركامات السفوح وضوحاً وتتحول إلى مخاريط أنقاض في حالة وجود حزم شقوق تعتمد على تلك المنحدرات (شكل ٧). اما مكونات ركام السفوح فهي من كتل يصل حجم اكبرها إلى ٢م^٣ ونسبة مفتحات صخور الأردوفيشي الأسفل إلى الأوسط تبلغ ١ : ٣.

وتمتاز جوانب منحدرات صخور الأردوفيشي الأوسط بشكل رئيسي من الحجر الرملي



شكل (٨) : مخاريط انقراض على السفح العربي لجبل عتود. مكونات ركام السفح من صخور الكامبري، وهي ظاهرة نادرة على جوانب تلك الصخور. والجزء الاسفل من المنحدر يتكون من صخور الغرانيت البريكامبرية

دقيق الحبات، جيد التماسك والتطبيق (Bender, 1960, p.408) وكثيف التشقق بوجود ركام سفوح تغطي منحدراتها السفلى بشكل كامل، ويعود تكونها بالدرجة الأولى إلى أن عملية تراجع منحدرات هذه الصخور هي عن طريق التشققات الكثيفة ذات الاتجاهات المختلفة. لذلك تتميز سطوح المناطق المنبسطة والمائدية بوجود رق صخراوي حاد الزوايا، ناتج عن تفكك الكتل الصخرية على طول تشققاتها التي يغلب عليها نوع شقوق التجفف، وعلى جوانب المنحدرات تتدرج هذه الكتل لتستقر على المنحدرات السفلى مكونة ركام السفوح، وعند اقحام المنحدرات مكونة المراوح الحصوية النموذجية (شكل ٩).

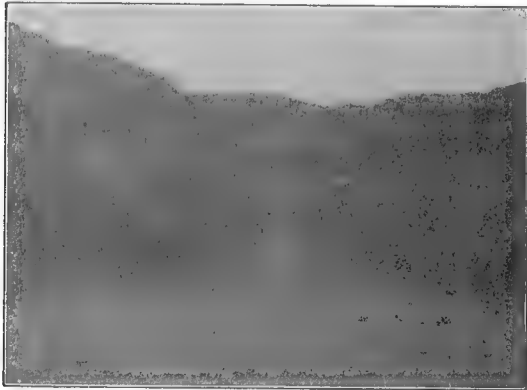
جـ- مجموعة الاشكال المرتبطة بالشقوق المتصالبة متوسط العمق :-

نظراً لارتباط معظم الشقوق في صخور الكامبري والأردوفيثي الاسفل بالصدوع فان مناطق تصالبها هي امكان التقاء الصدوع، ويتناسب أثرها حسب حجم الصدوع والشقوق المرافقة، فإذا كانت الصدوع رئيسية تكاثفت المفاصل وانتشرت، اما دور تصالب الشقوق الجيومورفولوجي فيتمثل في تركيز عمليات التعرية وبقاء وانعزال الكتل المفصليّة blocks Joint (لاهي، ص ٣٠٦) وهذه الاشكال هي :-

١. القلاع الصخرية والتلال الشاهدة المنعزلة : -

بعيداً عن منطقة شبه السهل التحتاتي الموجود إلى الشرق من سهل ابو صوانه، فإن التلال الشاهدة الصغيرة الحجم تنتشر في أماكن التقاء الصدوع وتشير مقارنة الخارطة التكتونية بالخريطة الطبوغرافية إلى توافق أماكن تصالب الصدوع مع التلال متمثلة بثلاث مناطق هي : - المنطقة الواقعة بين جبل أم سحم وجبل أم الهاشم، ومنطقة أواسط وأطراف القيعان. فالمنطقة الأولى مقطعة إلى مئات التلال التي تتفق مع جوانبها حزم الشقوق المتباينة في وضوحها، ومنطقة أواسط القيعان وأطرافها شديدة الوضوح وممثلة بجبل عتيد والهضبة الحمراء ودور الشقوق والصدوع مجتمعة في نشوئها.

و يبرز دور الشقوق في الأماكن التي يقل فيها أثر الصدوع الرئيسية وتتأثر بهم بصدوع محلية صغيرة تقاطعة بكبر الكتل المفصليّة الموجودة ضمنها. وقد أدت تعرية جوانبها على طول حزم الشقوق إلى عزل الكتلة المفصليّة كقلعة صخرية بارزة. ونظراً لدور حزم الشقوق فيها من كل الجوانب فإنها تميل إلى اتخاذ شكل قريب من المربع أو الدائري. وقد أمكن ملاحظة اثنتين من القلاع الصخرية، واحدة منها عند التقاء وادي محلبا مع وادي الرومان إلى الجنوب من قليب رومان، والأخرى على الطرف الشمالي الغربي من مدخل وادي رم.



شكل (٩) : ركام سفوح نموذجي لمنحدرات صخور الارذوفيشي الأوسط، حيث تظهر مخاريط الانقراض متصلة مع بعضها، كما تظهر المراوح الحصوية عند أقدام ركام السفح

٢. بيد يمنت منخفض القوية :-

وهي المنطقة المحصورة بين حافة رأس النقب من الشمال وجبل الجل من الشرق وجبل حميمة من الغرب وأما من الجنوب والجنوب الشرقي فهي تتصل بالقيعان ووادي المرصد ووادي اليتيم. و يتراوح ارتفاعها بين ٧٧٥ - ٨٥٠ متراً و ينحدر سطحها باتجاه الجنوب والجنوب الغربي بمقدار يتراوح بين ١ و ٣ درجات. و يقطع سطحها العديد من المسيلات المائية أهمها وادي اليمام ووادي احيمر ووادي كلخة. وتظهر على شكل بيد يمنت مكشوف في جزئها الشرقي والشمال الشرقي في حين تغطي بالمراوح الحصوية والغليزية في قسمها الغربي والجنوبي.

وقد تشكل البيد يمنت بسبب وقوعه في منطقة التقاء الصدوع الرئيسية في المنطقة وهي صدوع الدورة والقوية وصدوع المرصد - القوية ونطاق الضعف التكتوني الحافة رأس النقب من ناحية و بسبب الازاحة الرأسية على طول صدوع القوية - المرصد من ناحية ثانية. ونتيجة لكثافة الشقوق وتصلبها فقد تسوت وازيلت معظم تضاريسها الحادة. وجدير بالذكر ان كونييل اعتبرها احد السطوح الحتية العامة في منطقة الشرق الأوسط (1958, p.11, Quennel).

٣. الابراج الصخرية :-

يوجد حقل للابراج الصخرية عند اقدام حافة رأس النقب إلى الشمال من دبة حانوت. يشغل هذا الحقل مساحة طولها يقارب ٢٠٠ متر وعرضها ١٠٠ متر. وتشكلت في صخور الأردوفيشي الأسفل. يتراوح ارتفاع الابراج بين ١٥م و ٤م وعرضها بين ١٥م و ٦م وطولها بين ٢م و ١٣م.

لقد بينت الدراسة الميدانية ان كل جوانب الابراج محاطة بالشقوق التي تتخذ اتجاهين رئيسيين هما : شمال - جنوب وجنوب شرق - شرق - شمال غرب. كما ان الابراج هي عبارة عن كتل مفصلية (شكل ١٠) ومما زاد في حفظها وتشكلها كون الشقوق من النوع الذي امتلأ بالمواد المذابة وصارت جوانبه اكثر تماسكاً من مراحل تكون واكتمال نضوج البيد يمنت إذا كانت كثافة الشقوق عالية. وفي حالة توافر المفاصل الرئيسية، أو الصدوع الثانوية (قليلة الكثافة) تتكون قباب التقشر التي تمثل المرحلة الأخيرة من مراحل تكون واكتمال البيد يمنت.

٥. اثر الشقوق في تراجع المنحدرات :-

لا ينحصر تأثير كثافة الشقوق في ايجاد اشكالا معينة للسفوح، او في هدم بعض الاشكال التي يفترض ان تنشأ فحسب، وانما تعدادها إلى تحديد درجة الانحدار على كثير من السفوح، وقد كشفت الدراسة المورفومترية لكثافة الشقوق ودرجة الانحدار عن وجود علاقة وثيقة بينها وان كانت متغايرة (شكل ١١).



شكل (١٠) : حقل الإبراج الصخرية عند اقدام حافة رأس النقب في صخور الارندوفيشي الاسفل شمال غرب دبة حانوت. و يظهر اتجاه الشقوق واثرها في نشوء هذه الحقل من الإبراج التي تشكل المراحل الاخيرة لتشكل بيد يمنت ناضج مكشوف

و يشير شكل (١١) إلى ان العلاقة بين كثافة الشقوق ودرجة الانحدار هي علاقة طردية حتى تصل الكثافة بين ١٥ م / ٢ م و ٢٠ م / ١ م، و يترتب على هذه الكثافة تراجع نشاطاً للمنحدرات يترافق مع زيادة في الانحدار يستمر حتى يبلغ ٥٠ - ٦٠ (خطاً في شكل ١١). ومع زيادة كثافة الشقوق عن هذا المستوى ضعف تماسك الصخر مما يؤدي إلى تحويل اجزاء المنحدر المنبسطة إلى اجزاء درجية (خطب في شكل ١١). اما الشقوق العميقة قليلة الكثافة فان وجودها بشكل منتظم يؤدي إلى ظهور واجهات عمودية قائمة (خط جـ في شكل ١١).

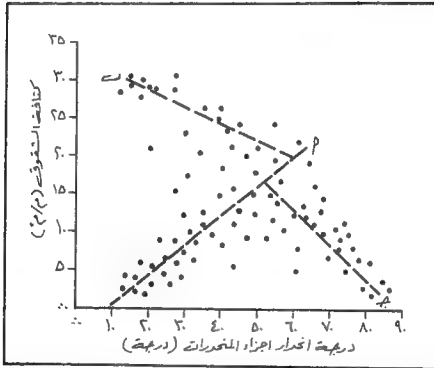
وقد كشفت الدراسة الميدانية القائمة على مسح القطاعات الجيومورفولوجية التفصيلية للمنحدرات عن دور الشقوق وحزمها في تحديد مقدار تراجع المنحدرات المختلفة (جدول ١).

و يكشف الجدول بوضوح عن التباين في مقدار تراجع الاجزاء العليا من المنحدرات بالمقارنة مع اقدامها من ناحية، وعدد حزم وكثافة الشقوق من ناحية اخرى. فبينما يتضح ان مقدار التراجع في العتيد والقرينفات يرتبط بعدد الحزم بشكل اكبر من كثافة الشقوق، فان هذه العلاقة تتوازن مع كليهما (كثافة وعدد حزم الشقوق) في كل من الهضبة الحمراء والطقطقية وحبيرة. و يمكن تفسير ذلك بتعاظم دور الاختلافات الليثولوجية في عملية

التراجع، متمثلاً بتعدد مستويات انصاف الكهوف والتدرج الواضح في المنحدرات.

وفي تلال الرخاميتين التي تتكون من صخور الأردوفيشي الأسفل يقل دور الشقوق وحزمها في مقدار تراجع أعلى المنحدر بالمقارنة مع أقدامه، ولكن يجب التعامل مع هذه الحقيقة بحذر بسبب وجود الشقوق العميقة التي تغلفها وصفحها طبقة كلسية وطينية أكثر تماسكاً من الصخر الأصلي. وبالتالي يتباين دور الشقوق هنا حتى تصبح العامل المسؤول عن قلة معدلات التراجع. كذلك يختفي أثرها بسبب عملية التراجع المتوازي المتمثل على الجوانب الشديدة بعملية انفرط الحبات وتفككها بعملية «حبة بعد حبة» وبعملية التقشر السميك على المنحدرات المنبسطة.

عموماً يتمثل دور الشقوق في تراجع المنحدرات بوضوح أكبر على سفوح جبل ام دفوف الذي يتكون من صخور الأردوفيشي الاوسط إذ ترتفع معدلات تراجع أعلى الحافة عن أقدامها من ناحية، مما يترتب عليه قلة زاوية الانحدار من ناحية أخرى. ومن مقارنة سفوح مناطق متعددة تتكون من هذه الصخور تبين أن حزم الشقوق تلعب دوراً في تباين التراجع بين أعلى الحافة وأقدامها.



شكل (١١): العلاقة بين كثافة الشقوق ودرجة الانحدار في صخور الكامبري في منطقة الطقطقية، والهضبة الحمراء، وجبل رومان، وجبل محلب، والعقيد، والقرينفات، والجوانب الشرقية لخور السبخ

جدول رقم (١) العلاقة بين كثافة الشقوق وحجمها ومقدار تراجع المنحدرات في مناطق مختلفة من منطقة الدراسة

المنطقة	عمر الصخر	(١) متوسط كثافة الشقوق م ^٢ /م	حد حزم الشقوق	ارتفاع المنحدر	المسافة الأفقية بين أعلى المنحدر وأقدامه بالمتر	زاوية الانحدار
الشفح الغربي لأحد تلال الفريشات	كامبري	٥	٨	١١٢	١٨٦	٣١
الشفح الشمالي للطعظقية	بريكامبري - كامبري	٢٤	٨	٦٩	٨٥	٣٩
الشفح الشمالي لجبل حيرة	بريكامبري - كامبري	٣٥	٥	٣٣	٧٥	٢٤
الشفح الجنوبي للفضية الحمراء	كامبري	٣	٣	٧٠	٥٩	٥٠
الشفح الغربي للعديد	كامبري	٨	١٠	١١٢	٢٣٣	٢٨
الشفح الشمالي لجبل منشير	أردوفاشي أسفل وسط	٥	٥	٧٤	٧٤	٤٢
الشفح الجنوبي للرخامتين	أردوفاشي أسفل	٢	-	٢٨	١٨	٥٧
الشفح الشرقي لجبل أم دغوف	أردوفاشي أوسط	١٣	٧	٧٢	٢٢٠	١٨

(١) تم قياس مجموع أطوال الشقوق المرجوة بمرس ١ م وحل طول القطع وقسمت على مساحة المقطع. نفترض أن طول القطع ٨٢×٨٢ م^٢ المساحة ويجمع أطوال الشقوق فيها ٣٢١ م فإن متوسط كثافتها تبلغ ٣٩١ م^٢/م، بنفس النظر عن طبيعة توزيعها فيها إذا كانت مفردة أو على شكل حزم.

٦. اثر الشقوق على تشكل التافوني وانصاف الكهوف :-

لم يقتصر دور الشقوق في تحديد خصائص اشكال المنحدرات وتحديد درجة الانحدار فقط، وانما تجاوزها إلى التأثير على الاشكال الجيومورفولوجية الدقيقة، والاخلال في عملية التراجع الرئيسية لمنحدرات الصخور الكامبرية في المناطق ذات الشقوق قليلة الكثافة. وقد تمثل ذلك في نشاط عمليات التحفر ونشأة التافوني، لذلك يمكن القول ان العلاقة بين عمليات تشكل وجود التافوني من ناحية وكثافة الشقوق من ناحية ثانية هي علاقة عكسية.

وقد تبين من واقع الدراسة الميدانية المورفومترية لما يقارب من ٥٠ منطقة قياس صغيرة، انه عندما تبلغ كثافة الشقوق ١ م / ٢ م يكون تطور انصاف الكهوف قليلا، وعندما تتراوح كثافة الشقوق بين ١ - ٤ م / ٢ م يتناقص تطور التافوني وانصاف الكهوف بشدة مع تلك الزيادة. واما في المناطق التي تزيد كثافة الشقوق بها عن ٤ م / ٢ م لا تتشكل انصاف الكهوف مطلقاً. ويعود ذلك إلى ان عملية ازالة الاجزاء الصخرية البارزة في حالة الشقوق عالية الكثافة تكون اسرع من عمليات الحفر التي تؤدي إلى نشوء ونضوج انصاف الكهوف والتافوني.

٧. الخاتمة :-

يشير نظام توزيع وترتيب الشقوق في المنطقة إلى كون اغلبها شقوقاً تكتونية، فعلاوة على انها تأخذ نفس اتجاه الصدوع الرئيسية والمحلية فانها تزداد كثافة قربها وتقل بالابتعاد عنها باستثناء شقوق صخور الاردوفاشي الاوسط التي يغلب عليها خصائص شقوق التجفف.

واما الشقوق التي تميز صخور الارذوفيشي الاسفل في منطقة القوية فهي على الاغلب صدوع تزيح المضرب وتحمل خصائص الشقوق الخانقية.

ولم يقتصر دور الشقوق على اشكال جيومورفولوجية مميزة واضحة تحمل خصائص تلك الشقوق كالمقلقات والهرايات، وانما تعداها إلى ايجاد اشكال لا تتفق والوضع الطبيعي لبعض الصخور كوجود ركام سفوح على جوانب منحدرات صخور الكامبري والارذوفيشي الاسفل بل تعداها إلى تخريب ومنع تشكل وتطور بعض الاشكال الاخرى كمنع نشوء الاشكال الجيومورفولوجية المميزة لصخور الكامبري كالتافوني والطراقات والمكونات بالاضافة إلى الطيران والحقب (انصاف الكهوف)، بل وصلت إلى حد تمييز بعض الصخور بواسطتها كصخور الارذوفيشي الاوسط شديد التشقق.

اما اثرها على شكل المنحدرات ودرجة انحدارها فهو متباين حسب كثافتها ووضعها بالنسبة للمنحدر بالاضافة إلى خصائصها، ولا تتسم هذه العلاقات بالبساطة كما يبدو، بل يغلب عليها التعقيد نسبياً. وبالرغم من ان العلاقة طردية الا انها تتغير وتصبح عند الشقوق العميقة عكسية.

وحسب دور الشقوق واثرها في تخفيض المنطقة وتباين اثرها من مكان لآخر فانه يمكن تمييز المناطق التالية :-

١. مناطق الكثافات العالية ذات الشقوق المتصالبة التي تغطي حيز مكاني كبير، وتنتشر هذه المناطق في اماكن التقاء وتصالب الصدوع الرئيسية. وقد تمثل دور الشقوق فيها باخفاء التضاريس الحادة وتشكيل منطقة منبسطة نسبياً تمر ببداية مرحلة النضج تمثلها بيد يمنت شمال القوية.

٢. مناطق الكثافات المتوسطة للشقوق، وتنتظم الشقوق فيها على شكل حزم متصالبة ادت إلى تقطيع اواصر المنطقة إلى ماثات التلال الشاهدة المنعزلة التي تفصل بينها بيد يمنت ينمو بشكل مضطرد، وقد وصلت إلى نهاية مرحلة الشباب وتمثلها المنطقة الواقعة بين جبل ام سحم وجبل ام الهاشم وكذلك اطراف القيعان.

٣. مناطق الكثافات القليلة للشقوق، وتمثلها المناطق الواقعة بعيداً عن اطراف القيعان وهي تمر بمرحلة الشباب.

المراجع

١. تم تحديد عمقها بالاستعانة بالخرائط الطبوغرافية مقياس ١:٥٠,٠٠٠، وكذلك الصور الجوية مقياس ١:٦٠,٠٠٠.
٢. تم حساب المتوسط من ٢٠٠ قياس ميداني.

- Bender, F.: Litho-Stratigraphic and Time-Stratigraphic Subdivision of the "Nubian Sandstones" in South-Jordan. in : Lexique Stratigraphique International, Vol. 3. Fasciculi, 10 CL. Copenhagen, 1960, pp. 401-426. *
- Abu-Safat, M.: Verwitterung und Hangabtragung im "Nubischen Sandstein" Subjordaniens. Erlanger Geographische Arbeiten, Erlangen (unter Druck). r
- : Die natürliche Verwitterung und Hangabtragung in den Felshängen des "Nubischen Sandstein" in: Lindner, M. (Hsg) Petra "Neue Ausgrabung und Entdeckung, München, 1986, S. 309-317. f
- Banister, E. & Arbor, A.: Joint and drainage orientation of S.W. Pennsylvania. Zeitschrift für Geomorphologie, NF 24, 3 Berlin, Stuttgart, Sept. 1980, PP. 237 - 286. o
- Beheiry, S.: Desert Landscape in southern Jordan. University of Jordan, Faculty of Arts Journal, Vol. 3, No. 1d, Jan. 1972. v
- Bender, F.: Litho-Stratigraphic and Time-Stratigraphic Subdivision of the "Nubian Sandstones" in South-Jordan. in: Lexique Stratigraphique International, Vol. 3. Fasciculi, 10 CL. Copenhagen, 1960, PP. 401 - 426. v
- : Stratigraphie des Nubisches Sandstein in Sudjordanien. Geol. Jb., 81 Hannover, 1963, S. 237 - 276. A
- : Geologie von Jordanien. Gebrüder Bornträger, Berlin. 1974. A
- Boom v.d. G. & Lahloub, M.: Geological and Petrological Investigations of the Igneous Rocks in the Area of Quweira, South Jordan. German Geological Mission in Jordan, January, 1964 (unpublished Report). v
- Burdon, D.J.: Handbook of the Geology of Jordan to accompany and explain the three Sheets of the 1:250 Geological Map East of the Rift bei Quennell. Colchester, 1959. v
- Heimbach, W & Meiser, P.: Geoelectrical Investigation in Jordan. Bundesanstalt für Bodenforschung. Hannover, 1969. v
- King, L. C. : The origin of bornhards. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. 10. pp. 97-98, Berlin, Stuttgart, 1955. v
- Mikbel, Sh., Geological applications of remote sensing in Jordan, Symposium on Remote Sensing in Iraq, Procaedings, Vol. III, Baghdad, 1985. v
- Linton, D.L: The problem or tors. Geogr. J. Vol. 137 PP. 203 - 206. o
- Osborn, G. & Duford, J.: Geomorphological Processes in the Inselberg Region of South-Western Jordan. Palestine exploration quarterly, Vol. 113, London, 1981 PP. 1-17. v
- Quennell, A.M.: The structural and Geomorph evolution of the Dead Sea rift. Q. Jour. Soc., Vol. 34, London, 1956, PP. 1-24. v
- Scheidegger, A.E.: The orientation of valley trends in Ontrario. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. 24. 1, Berline, Stuttgart. Marz 1980, PP. 19 - 30. A

التحليل المورفولوجي كركيزة لتنمية البادية الجنوبية

الأستاذ يحيى فرحان

Geomorphological analysis as a basic tool for development in the Southern desert of Jordan

Abstract

Several terrain analysis techniques were developed to evaluate land resources for development purposes. Without exception, the previous techniques were elaborated using geomorphological criteria and photo-interpretation methods, and considered an essential tool to accomplish integrated resources survey projects for future development.

In the present investigation, the proposed terrain analysis technique, represents a combination between the ITC system and the C.S.I.R.O system for terrain analysis. It is found that the formulated technique is suitable to undertake a medium- scale terrain analysis schemes in Southern Jordan (of scale around 1:50 000) using both photo-interpretation methods and field survey.

١. المقدمة :-

ان التوسع المتزايد في الأنشطة الاقتصادية في البادية الاردنية، واستغلال معطيات البيئة الصحراوية وبخاصة في جنوب الاردن، كل هذا من شأنه ان يفرض اتجاهاً جديداً في البحث الجيومورفولوجي يهدف إلى فهم طبيعة الأراضي من زاويتين : الأولى التعرف إلى الموارد الأرضية والامكانيات المتوافرة للتطوير^(١)، والثانية فهم الأخطار البيئية كالفيضانات الفجائية وتأثيرها الجيومورفولوجي على الأنماط الأرضية والانسان. و يعد فهم طبيعة الأراضي الجافة وفق هذين المنظورين أحد الأبعاد التي ترشد للمخططين عند اختيار البدائل لخطط التنمية، وتحديد مواضع الانشاءات الهندسية كالمراكز العمرانية والطرق، والامكن الواعدة بامكانيات التطوير^(٢).

١. Cooke, R. U., Goudie, A.S., and J. Doornkamp, 1978, Middle East review and bibliography of geomorphological contributions. Q. J.L. Engng. Geol., 11, 9-18.

٢. Schick, A.P., 1978, Fluvial processes and settlement in arid environment. Geo. Journal, 3 (4), 351-360.

تشكل الأرض Terrain مورداً طبيعياً هام يضمن التربة ومصادر الماء والنبات الطبيعي. وتمثل الأشكال الأرضية والمواد الصخرية وما يعلوها من الرواسب السطحية، وإضافة إلى المناخ، العناصر الأساسية في المركب الأرضي، والعوامل المحددة لخصائصه^(٣). يتطلب تقييم الأراضي Terrain evaluation بهذا المفهوم إجراء مسوحات ميدانية شاملة لأشكال السطح والتربة واستعمالات الأراضي، والنباتات الطبيعية في ضوء المناخ السائد، وغيرها من العناصر التي يتوقف اختيارها للبحث والدراسة على طبيعة عملية التقييم وأهدافها^(٤). من هنا أصبحت المسوحات الجيومورفولوجية وأسس التحليل الجيومورفولوجي في المناطق الجافة إحدى الخطوات الهامة التي تسبق وضع خطة التنمية، حيث تظهر الأشكال الأرضية بوضوح جداً سواء أثناء الملاحظة الميدانية أو باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد كالصور الجوية وصور الأقمار الصناعية. كذلك يمكن استخدام الأشكال الأرضية عند تصنيف اللاند سكيب الطبيعي إلى فئات أرضية حسب نظام تسلسلي بدءاً بالانماط فالنظم فالوحدات حتى العناصر الأرضية، بحيث تتكامل فيها عناصر المنحدرات والجيولوجيا والتربة والنبات الطبيعي والهيدرولوجيا، كما تقدم تلك الأصناف الأرضية إطاراً عملياً لاختيار العينات الأرضية بهدف التحقق منها واختبارها إحصائياً.

من جهة أخرى فإن أسلوب الأقالمة Regionalization بمعنى تحديد الأقاليم الأرضية يساعد على التنبؤ بخصائص مناطق أخرى غير معروفة بناءً على الخصائص الأرضية* التي تتميز بها مناطق مشابهة^(٥). ويتجلى الارتباط الوثيق بين الجيومورفولوجيا وعمليات تقييم الأراضي بوضوح من خلال الوحدات الأرضية units Terrain التي يمكن اعتبارها أيضاً وحدات إيكولوجية Ecological units تتفاعل فيها عناصر الأشكال الأرضية والعمليات المورفوديناميكية، والصخور والتربة والمياه والنباتات الطبيعية لتشكل نسقاً أو نظاماً طبيعياً متوازياً، بل يؤكد البعض على أنه لن تكون دراسات تقييم الأراضي سليمة إذا لم يستخدم فيها الأساس الجيومورفولوجي^(٦). وقد أثبتت الدراسات

٣. Wright, R. L., 1976, on the application of numerical taxonomy in soil classification for land evaluation. ITC Jour., 8, p. 482.

Mitchell, C., 1979, Terrain evaluation, In : Goodall, B., and Kirkby, A., (eds.), Resources and planning, Pergamon, p. 159-161.

٤. FAO, 1976, A framework for land evaluation, Soil Bull., 32, p. 1.

* (كطبيعة السطح، والانحدار، والأشكال الأرضية، والتجوية، والجريان السطحي، والعمليات الهوائية وغيرها).

٥. Cooke, R.U., et al., 1978, Op. Cit., p. 12.

٦. Way, D.S., 1973, Terrain analysis : A guide to site selection using aerial photographic interpretation.

Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, p.2.

السابقة (٧)، بأن التقييم الجيومورفولوجي للأراضي الجافة عملية بسيطة نسبياً وغير مكلفة، يمكن بواسطتها، وبالنضاف مع الأساليب الأخرى تحديد المواضع المناسبة لإقامة المراكز العمرانية والطرق المجمعات الصناعية، والمطارات، وكذلك تحديد الأراضي ذات القابلية للاستغلال الزراعي والرعي وغيرها.

وقد تم إنجاز مسح أرضي استطلاعي واحد شمل جميع الأردن بعنوان «تصنيف النظم الأرضية في الأردن» Land System Classification of Jordan. وقد أستخدم في المسح صور الأقمار الصناعية نوع LANDSAT 1 (أو ERTS)، والخرائط الجيولوجية والطوبوغرافية، والهيدرولوجية مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠ (٨). وتم تحديد الأنصاف الأرضية وفقاً لاسلوب النظم الأرضية Land system method الذي طوره مركز البحوث العسكرية التجريبية البريطاني (٩) Military Engineering Experimental Establishment. وقد توجت الدراسة بخارطة عامة (مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠) تبين التوزيع المكاني لاثنتين وخمسين نظاماً أرضياً تم التعرف إليها وتحديدها، إضافة إلى وضع جداول تتضمن وصفاً للنظم الأرضية، ونماذج مجسمة تبين الوحدات الأرضية التي يتكون منها كل نظام. وقد أنجز ذلك المسح في المختبر من خلال تفسير صور الأقمار الصناعية مع الاستعانة بالخرائط الموضوعية المتوافرة. واقتصرت العمل الميداني على ستة أيام فقط تم خلالها التحقق السريع من النظم الأرضية على طول البلاد وعرضها باستخدام قطاعات أرضية مختارة.

وعموماً تتميز الدراسة المسحية الأنفة الذكر بكثير من التعميم بحيث لا يمكن اعتمادها لأغراض التخطيط أو مسح الموارد الطبيعية كما ورد في أهدافها. ونظراً لأهمية

-
٧. Schick, A.P., 1974, Alluvial fans and desert roads- a problem in applied geomorphology. Abh. Akad. Wiss. Gottingen, Mathphysik, Klasse III, Folge nr. 29, 418 - 425.
- Cooke, R.U., Brunsden, D., Doornkamp, J., and D.K.C. Jones, 1985, Urban geomorphology in dry lands, Oxford University Press, Oxford, 324 pp.
- Davidson, D.A., (ed.), 1986, Land evaluation, A Hutchinson Ross publication, New York, 373 pp.
- Cooke, R.U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland urban areas. Zeit für Gemorph., 44, 119-128.
- Jones, D.K.C., 1980, British applied geomorphology: an appraisal. Zeit für Gemorph., 36, 48 - 73.
8. Mitchell, C., and J.A. Howard, 1978, Land system classification: A case history- Jordan, FAO Rome, 124 pp.
- , 1978, The use of LANDSAT imagery in a land system classification of Jordan. J. Br. Interplanetary Society, 31, 283 - 292.
- Beckett, P.H.T., and R.A. Webster, 1970, Terrain classification and evaluation using air photographs : A review of recent work at Oxford. Photogrammetria, 26, 51-75.

المسوحات الأرضية وتقييمها للأغراض التنموية، فإن فائدتها لن تكون مجدية الا اذا كانت مسوحات تفصيلية او شبه تفصيلية كحد أدنى، بحيث توضح تفاصيل الأنماط الأرضية بصورة تساعد على اتخاذ القرار بشأن تطویرها على اساس علمي، وقد قام الباحث في الدراسة الحالية بتطبيق اسلوب تصنيف وتقييم الأراضي الذي طوره المعهد الدولي لمسوحات الغضاء وعلوم الأراضي I.T.C. في هولندا (١٠) وذلك على منطقة من اقليم العقبة بجنوبي الاردن، وقد استخدمت صور جوية مقياس ١: ٦٠٠٠٠، اثناء القيام بدراسات ميدانية مكثفة للتحقق من نتائج تفسير الصور الجوية. واختبرت النتائج النهائية للاصناف الأرضية باستخدام التحليل التمييزي المتعدد Multiple discriminant analysis للتأكد من سلامة النتائج تمهيداً لاستكمال تغطية البادية الاردنية جميعها بدراسات مماثلة في المستقبل.

٢. أهمية تطبيق اساليب مسح الموارد التكاملي للاقليم :-

تتوافر معلومات متعددة عن الموارد الطبيعية في اقليم العقبة سواء على هيئة تقارير غير منشورة، او دراسات منشورة، او خرائط مطبوعة. وبالرغم من توافر المسوحات الجيولوجية (١١) والهيدروولوجية (١٢)، والتربة (١٣)، والنباتات الطبيعية (١٤) بعضها بمقياس

١٠. Van Zuidam, R., 1979, Terrain analysis and classification using aerial photographs. ITC pub., 298 pp.

Meijerink, M.J., Verstappen, H. Th., and R. Van Zuidam, 1983, Developments in applied geomorphological survey and mapping. Geol. Mijnbouw, 62 (4), 621 - 628.

Verstappen, H. Th., 1983, Applied geomorphological surveys for environmental development, Elsevier,

١١. نذكر منها على سبيل المثال :-

Bender, F., 1963, Stratigraphy of the Nubian Sandstones in South Jordan, Unpub. Rept., German Geological Mission in Jordan.

—————, 1968, Geological map of Jordan (1:250000), Geological Survey of the Federal Republic of Germany.

—————, 1978, Geological map of Wadi Araba

(1:100000), Geological Survey of the Federal Republic of Germany.

—————, Geology of Jordan (Berlin, translated from German edition).

—————, 1975, Geology of the Arabian Peninsula: Jordan, U.S. Geological Survey Professional Paper 560 - I.

Burdon, D., 1959, Handbook of the geology of Jordan, Colchester.

Selley, R.C., 1972, Diagnosis of Marine and non-marine environments from the Cambro-Ordovician Sandstones of Jordan. J. Geol. Soc. Lond., 128, 135-150.

Quennell, A.M., 1951, The geology and mineral resources of Jordan. Colonial Geol. Min. Res., 2, 85-115.

Van Den Boom, G., 1964, Geological and petrological investigations of the igneous rocks in the area of Quweira, South Jordan, Unpub. Rept., German Geological Mission in Jordan.

Bayer, H., and Kaufmann, H., 1986, New geologic aspects based on

مقبول، إلا أنه يصعب توفير إطار منظم وواضح لتجميع تلك المعلومات وتنسيقها لفهم الموارد الأرضية في منطقة الدراسة، ولذلك فإن تطور العلوم اللاندسكية Landscape sciences في العقدين الأخيرين، بما في ذلك نظم تصنيف وتقييم الأراضي، وما رافق ذلك من تزايد المسوحات الجوية (التصوير الجوي) والفضائية (صور الأقمار الصناعية) كان يهدف في الدرجة الأولى إلى التغلب على الصعوبات الأنفة الذكر، ومواجهة متطلبات مسح الموارد النكامل وبخاصة الموارد الأرضية.

٣. أساليب تصنيف وتقييم الأراضي :-

شهد النصف الأخير من القرن الحالي جهوداً كبيرة لتطوير أساليب لتصنيف وتقييم الأراضي لأغراض التخطيط وتمثيل نتائجها كرتوغرافيا. وقد راجع كل من رايت Wright (١٩)، وستيوارت وكريستيان Christian and Stewart (١٦)، وفنليسون Finlayson (١٧)، وأوليه

-
- comparative analysis of advanced satellite and field data in NE Gulf of Aqaba = area. Geo Journal, 12 (1), 33 - 42.
١٢. Hunting Technical Services & Sir MacDonald and Partners, 1964, East Bank Water Resources. Report in Hydrology. Gov. of Jordan. Central Water Authority, Amman.
- Lloyd, J.W., 1969, The hydrology of the Southern desert of Jordan (U.N.) Development programme "FAO : Investigations of the Sandstone Aquifers of East Jordan. Tech. Rept., No. 1.
- Parker, D.H., 1970, The hydrology of the Mesozoic- Ceinozoic aquifers of the Western highlands and Plateau of East Jordan. FAO, AGL:SF / JOR 9, Rept. No. 2.
- Weisman, G., 1966, The geological and hydrological survey in the area between Ma'an- Ras Naqab and El-Jafr - Mushayish Kabid, Central Jordan. Unpub. Rept., German Geological Mission in Jordan.
- Gruneberg, F., 1966, Results of reconnaissance soil investigation in the area of Qa'a Disa, Southern Jordan. Unpub. Rept., German Geological Mission in Jordan.
- Moorman, F., 1958, Soils of East Jordan, FAO, Rome.
١٤. Hunting Technical Services Limited, 1956, Report on the range classification of the H.K. of Jordan, Gov. of Jordan, Amman.
- Long, G.A., 1957, The bioclimatology and vegetation of eastern Jordan. FAO, Rome.
- White, L.P., 1969, Vegetation arcs in Jordan. J. of Ecology, 57 (2), 461 - 464.
- Wright, R.L., 1972, Principles in a geomorphological approach to land classification. Zet. für Geom., 16, 351 - 373.
١٥. Christian, C.S., and G. Stewart, 1968, Methodology of integrated surveys. In: Aerial Surveys and Integrated Studies, UNESCO, Paris, 233-280.
١٦. Finlayson, A., 1984, Land surface evaluation for engineering practice: applications of the Australian PUCE System for terrain analysis. Q.J. Engng. Geol., 17, 149 - 158.

Ollier (١٨)، وزونفيلد Zonnoveld (١٩)، وميتشل Mitchell (٢٠)، وفان زو يدام Zuidam (٢١) الأساليب المختلفة لتصنيف وتقييم الأراضي موضوعين أهمية التحليل الجيومورفولوجي في تنفيذ مسوحاتها. وبالرغم من تباين درجة التعقيد في تحديد الوحدات الأرضية الأساسية واختلاف أسماء الأصناف الأرضية الترابية في النظم المختلفة (جدول ١)، إلا أنها جميعاً تقوم على تحديد الأصناف الأرضية ضمن إطار جيومورفولوجي. كذلك قدمت تلك الأساليب طرائق واضحة لجمع وتصنيف المعلومات عن الجوانب المختلفة للبيئة من خلال وصف الوحدات الأرضية Terrain Units التي تميزها في الصور الجوية. وقد أثبتت الاختبارات الإحصائية (٢٢) بأن الوحدة التصنيفية الأساسية (كالوحدة الأرضية مثلاً) والأجزاء الأصغر التي تتكون منها (كالعنصر الأرضي) متجانسة في خصائصها الجوهرية (كالجورفولوجيا، والتربة، والنبات الطبيعي) للأغراض التخطيطية المختلفة. كذلك تتميز تلك الأساليب بنتائجها المتمثلة في تحديد سلسلة تراتبية من الأصناف الأرضية تبدأ بالأصناف الأرضية المركبة (أو المعقدة) وتنتهي بالأصناف الأرضية الصغير المساحة والمتجانسة تماماً. ويستفاد من تحديد الأصناف الأرضية المركبة في توفير إطار عام للقيام بمسوحات استطلاعية لمناطق كبيرة المساحة مثل الدراسة السابقة المشار إليها عن الأردن.

و بدون استثناء صممت جميع نظم تصنيف الأراضي بناء على المفهوم الرائد الذي وضعه بورن Bourne (٢٣)، حيث أطلق على الوحدة التصنيفية الأساسية اسم «الموضع الأرضي» Site، ويمثل وحدة أرضية متجانسة من حيث التكوين الجيولوجي والطوبوغرافيا والتربة والنبات الطبيعي. وينجم عن تكرار المواضع الأرضية اقليمياً أرضياً Land region. وقد طور ملن Milne (٢٤) المفهوم السابق عندما أكد على العلاقة الوطيدة بين خصائص المواضع الجيومورفولوجية والتربة. والذي قاده إلى إيجاد مفهوم الكاتينا Catena، وينص على أن التكرار المنتظم في تغير مورفولوجية السطح والتكوين الصخري عبر مقطع تضريسي معين

-
- Ollier, C., 1978, Terrain classification : methods, application, and principles. ١٨
In : Hails, J., (ed.), Applied Geomorphology, Elsevier, 277 - 316.
- Zonneveld, I.S., 1972, Land evaluation and landscape sciences, ITC Pub. ١٩
Enschede, The Netherland, 106 pp.
- Mithcheel, C., 1979, Op. Cit. ٢٠
- Van Zuidam, R., 1979, Op. Cit. ٢١
- Mithcell, C., 1971, An appraisal of a hierarchy of desert land units. Geoforum, ٢٢
7, 69 - 79.
- Bourne, R., 1931, Regional survey and its relation to stocktaking of the ٢٣
agricultural and forest resources of the British Empire, Oxford forestry
Memoirs, 13.
- Milne, G., 1953, Some suggested units of classification and mapping ٢٤
particularly for East African Soils. Soil. Res., 4, 183 - 198.

جدول (١) التصنيف التسلسلي الرباعي الأراضي حسب نظام المعهد الدولي لسجلات التقييم وعلوم الأراضي مقارنة مع النظام الأخرى

سجلى تصنيف	نظام التصنيف الجيومورفولوجي العالمي الموحد الدولي لسجلات التقييم وعلوم الأراضي (C.S.I.R.O.) - موحداً	التصنيف التسلسلي الرباعي	نظام خدمة استنورد دولتية بحيث مناسبة المصرية التجرية M.E.X.E	النظام الاستاذي (1973) قسم الجيومورفولوجيا	النظام الياباني Nakano (1962)	النظام السوفيتي barchenko (1973)	مناخ من طبق الرواد تجزيات Linton (1951)
١	المعوى التقييمية الجيومورفولوجية الاقليم (التقييمية) Ternia Province وحدة جيومورفولوجية رئيسية نظام (سطح) اراضي	المعقاص الأساسية التصميم الكبير واستخدام الأصل والتكوين الصخري في التقييم تكون من وحدة صخرية أو مجموعة صخرية التصميم موحدة، تتكون الصخرات والتكوين الصخري والأصل اسم التكوين في تقييمها. تصنيف تركز الوحدة الأراضي التي يتكون من اراضي	١:250 000 التسلسلية التي تميزها الاقليم Land Region Land Form Provinc Ternia Provinc Land Form Ternia Provinc Land Form Ternia Provinc	الاقليم (التقييمية) الارضي Ternia Provinc Land Form Ternia Provinc	Land-form Province Ternia Provinc Land-form Province Ternia Provinc	landform Bachenko (1973)	
٢	وحدة جيومورفولوجية رئيسية نظام (سطح) اراضي	تصنيف تركز الوحدة الأراضي التي يتكون من اراضي	١:50 000 التسلسلية التي تميزها الاقليم Land Region Land Form Provinc Ternia Provinc	الاقليم (التقييمية) الارضي Ternia Provinc Land Form Ternia Provinc	Land-form Province Ternia Provinc Land-form Province Ternia Provinc	Land form Bachenko (1973)	نظام جيومورفولوجي Land form Bachenko (1973)
٣	الوحدة الجيومورفولوجية رئيسية ارضية Ternia Unit	وحدة ارضية متجانسة في ارتفاع الارضية، وان تتميز بحدود تصميم في الاضلاع الارضية، وان تتميز بحدود تصميم في الاضلاع الارضية، وان تتميز بحدود تصميم في الاضلاع الارضية، وان تتميز بحدود تصميم في الاضلاع الارضية، وان	١:50 000 التسلسلية التي تميزها الاقليم Land Region Land Form Provinc Ternia Provinc	الوحدة ارضية Ternia Unit Land Form Ternia Provinc	Land-form Province Ternia Provinc Land-form Province Ternia Provinc	Landform unit Bachenko (1973)	وحدة جيومورفولوجية Landform unit Bachenko (1973)
٤	التصنيف الجيومورفولوجية Ternia Component	لا يوجد أي تصميم في الاضلاع الارضية، يتم التصنيف من اسم التضاريس التي يتم على اسمها التصنيف، وتكون التضاريس الجيومورفولوجية والصخرية والارتفاع والتسلسل الطبيعي والاصلي الجيومورفولوجية	١:50 000 التسلسلية التي تميزها الاقليم Land Region Land Form Provinc Ternia Provinc	الاقليم (التقييمية) الارضي Ternia Provinc Land Form Ternia Provinc	Land-form Province Ternia Provinc Land-form Province Ternia Provinc	Landform unit Bachenko (1973)	الوحدة Site Bachenko (1973)

source: Bourne (1951); Brink et al., (1966); Finlayson (1964); Grant et al., (1981, 1982); barchenko (1973); Linton (1951); Nakano (1962); Ollier (1978); Webster & Beckett (1970); Van Zuidam (1979); Vinogradov (1968); Zonnereid (1972).

يعني بالضرورة تكراراً لوحدة التربة. وإياً كان الأمر، يعد الجيومورفولوجي الانجليزي لنتون Linton (٢٥) أول من ارسى الاسس الجيومورفولوجية في تصنيف الاراضي وذلك عندما حدد الوحدات التضريسية النهائية The Ultimate Units of Relief بدقة متناهية وعلى اساس جيومورفولوجي. إذ يرى بان الوحدات التضريسية النهائية صغير المساحة ومتجانسة من حيث تطورها الجيومورفولوجي وتكونها الصخري وخصائصها التضريسية، كذلك يمكن ان تتكرر مكانياً. وعند الانتقال من وحدة إلى أخرى لا بد وان يرافق ذلك تغير في خصائص التطور الجيومورفولوجي والتكوين الصخري والتضرس مما يعني ظهور وحدة ارضية جديدة.

وقد اصبحت مفاهيم لمن ولنتون في العلاقة بين التربة واشكال السطح من الاسس الهامة في تفسير الصور الجوية (٢٦)، وصور الاقمار الصناعية (٢٧) في عمليات مسح الموارد الطبيعية وغيرها. ولذلك فان تكرار الوحدات الارضية في بيئات متشابهة (بغض النظر عن مواقعها) يعني تكرار خصائص التربة واشكال السطح والتكوين الجيولوجي. كذلك يعني تغير خصائص الوسط البيئي تغير الوحدات الارضية وخصائص مكوناتها كالتربة والتضاريس والتكوين الصخري (٢٨). وقد اختار الباحث لدراسة البادية الجنوبية النظام الهولندي لتصنيف وتقييم الاراضي I.T.C. System of Terrain Evaluation والذي يشبه إلى حد كبير النظام الاسترالي (٢٩) من حيث المنهجية ورتب الأصناف الارضية الناتجة، وامكانية تطبيقه في القيام بمسوحات ارضية متعددة الاهداف. علاوة على امكانية تطبيقه بمستويات مختلفة (تفصيلية وشبه تفصيلية)، وامكانية التمييز بين الأصناف الارضية المتجانسة مع قدر معقول من العمل الميداني مما يعني في النهاية القيام بالمشح في وقت قصير وبكثايف معقولة.

يقوم النظام الهولندي على المنهج اللاندسكبي Landscape Approach في تصنيف

٢٥. Linton, D., 1951, The delimitation of morphological regions, In: Stamp, L.D., and Wooldridge, S.W., London Essays in Geography, No. 11, Longmans, London, 199 - 217.

٢٦. Belcher, D.J., 1948, Determination of soil conditions from aerial photographs. Photogramm. Engng., 14, 484 - 488.

٢٧. Shih, H., and R. Schowengerdt, 1983, Classification of arid geomorphic surfaces using LANDSAT and textural features. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 49 (3), 337 - 347.

٢٨. Semmel, A., 1984, Geomorphology as aspect of development aid : Examples from Central Africa and Cameroon. Applied Geography and Development, 23, 7 - 19.

٢٩. Grant, K., Finlayson, A., Richards, B.G., and J.W. Rappin, 1982, Terrain analysis, classification, assessment and evaluation for regional development purposes of the Moreton Region, Queensland, Australia, Vol. I & II, C.S.I.R.O., Tech. Paper No. 32, 336 pp. and 202 pp.

الاراضي (٣٠)، حيث يسهل باستخدام هذا المنهج تحديد الوحدات الأرضية على اساس جيومورفولوجي وبمساحات صغيرة نسبياً، اضافة إلى وضوح الحدود بين الأصناف الأرضية، ومحدودية عينه الأصناف التي يمكن اختيارها ميدانياً واحصائياً.

وتوافر في الأصناف الأرضية النهائية عدة مميزات يمكن ايجازها فيما يلي :-

١. امكانية وضعها بناء على خصائصها المورفولوجية والطوبوغرافية والجيومورفولوجية والتربة والنبات الطبيعي، مع امكانية تحديد خصائص اخرى بناء على متغيرات جديدة تختار حسب الهدف من التقييم والتصنيف (هندسياً، عسكرياً، زراعياً وغيره) (شكل ١)
٢. سهولة تحويل الخصائص الوصفية للأصناف الأرضية إلى خصائص كمية يمكن تخزينها في الحاسوب لمعالجتها احصائياً، واسترجاعها عند الحاجة.
٣. القدرة على تحديد اهمية كل صف ارضي لأغراض التطوير المختلفة سواء اكانت هندسية، او زراعية، او تخطيطية، او عسكرية، وغيرها، مما يساعد المختصين في التنمية والتطوير على اتخاذ القرارات السليمة بشأن تطوير تلك الاراضي.

يمكن تحديد اربعة رتب من الاراضي باستخدام النظام الهولندي وهي :-

١. العناصر الأرضية Terrain components :-

ويمتاز العنصر الأرضي على طول زوج من المحاور (احداها مواز للمحور الرئيسي للانحدار والآخر ثانوي وعمودي عليه) بثبات معدلات تغير الانحدار ومعدلات تغير التقوس Curvature سواء كان المنحدر محدباً او مقعراً، او بميل ثابت إذا كان المنحدر مستقيماً (شكل ٢). وفي هذه الحالة لا يجوز ان يتكون العنصر الأرضي الا من منحدر واحد فقط مستقيماً او محدباً او مقعراً. ولا يمكن ان يكون المنحدر ثنائياً (محدباً / مقعراً، / مستقيماً، او محدباً / مستقيماً). ويتميز العنصر الأرضي بتجانس القربة على مستوى القطاع، وتجانس التجمع النباتي واستمراره، وصغر مساحته مما يصعب توقيه على خرائطها من خلال الدراسة الميدانية، واستخدام صور جوية ذات مقياس كبير (١:٥٠٠٠).

٢. الوحدة الأرضية Terrain unit :-

تمثل الوحدة الأرضية اي منطقة تتكون من وحدة جيومورفولوجية مفردة تتميز بتجانس التربة والغطاء النباتي. وتتكون الوحدة الأرضية من عدد محدود من العناصر الأرضية تتكرر بنفس النمط الفوتوغرافي والخصائص. ويعتبر نمط الانحدار الشائع ومجموعات التربة والغطاء النباتي المميز للوحدة الأرضية محصلة لتكرار العناصر الأرضية التي تتكون منها. ويمكن وصف الوحدة الأرضية مورفومترياً (ابعادها، درجة الميل، المساحة، المنسوب)

٣٠. Mabbutt, J.A., 1968, Review of the concepts of land classification. In: Stewart, G.A., (ed.), Land Evaluation, Macmillan, Melbourne, 11 - 28.

أما بالقياس للبداني أو القياس من الخرائط الطبوغرافية أو الصور الجوية. و يؤخذ بعين الاعتبار عند تحديد الوحدة الأرضية (أو الوحدة الجيومورفولوجية) التضرس العام، والتكوين الصخري والترابي، والأصل والعمليات الجيومورفولوجية البائدة والنشطة.

٣. النظام الأرضي Terrain System :-

يعرف النمط الأرضي على أنه المنطقة التي تتميز بتطور جيومورفولوجي معين يترتب عليه تكرار نمط تضريسي وتربة وغطاء نباتي معين. ويتكون النظام الأرضي من مجموعة محددة من الوحدات الأرضية المتكررة والتي ترتبط معاً في النشأة والتطور. ويظهر النظام الأرضي في الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية بنمط قوتوغرافي وطيفي متميز عن النظم الأرضية الأخرى. كما يعتبر عنصر التغير في نمط التصريف المائي وكثافة الشبكة المائية كمعيار آخر لتحديد النظام الأرضي. إذ عندما يتغير نمط التصريف المائي أو كثافة الشبكة المائية فإن ذلك يعني ظهور نظام أرضي جديد. ويعكس تغير نمط التضرس المحلي دوماً التباين الواضح في النظم الأرضية.

٤. يطلق على أكبر الوحدات التصنيفية الأرضية في النظام الهولندي اسم «الاقليم الأرضي» (أو المقاطعة الأرضية، أو الاقليم الجيومورفولوجي) Terrain Province. ويتميز الاقليم الأرضي بتجانس التكوينات الجيولوجية على مستوى المجموعة الجيولوجية كالصخور الجرانيتية، أو صخور الحجر الرملي، أو الصخور الكلسية وغيرها. ويتكون الاقليم الأرضي من مجموعة متكررة من النظم الأرضية. وحيث يبدأ التغير في خصائص الاقليم الأرضي يظهر اقليم أرضي آخر.

و يفرض استخدام رتبة أرضية معينة في الدراسة استخدام صور جوية بمقياس معين، وتمثيلها خرائطياً وفق مقياس معين أيضاً. وعموماً تستخدم الصور الجوية بمقاييس تتراوح بين ١:٢٥٠٠٠ و ١:١٠٠٠٠٠ في التعرف إلى الوحدات الأرضية والنظم الأرضية وتمثيلها على الخرائط. وتعتبر صور الأقمار الصناعية ذات فائدة كبرى في التعرف إلى النظم الأرضية، وفي حالة توافر المعلومات الجيولوجية فإنه يمكن أيضاً استخدام صور الأقمار الصناعية في تحديد النظم الأرضية.

وقد استخدم نظاماً لترقيم الرتب الأرضية يشبه نظام الترقيم الاسترالي وذلك على

النحو التالي :-

الاقليم الأرضي النظام الأرضي الوحدة الأرضية

2.4

2

10.002

حيث تعني الأرقام الألفه الذكر ما يلي :-

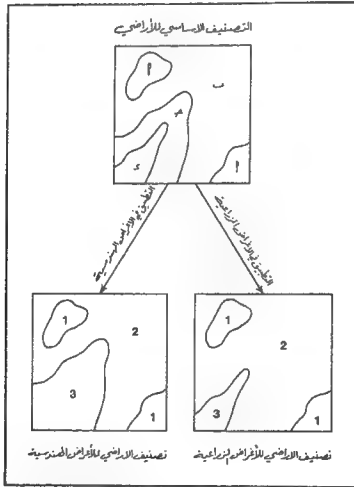
10 أراضي جرانيتية ترجع إلى عصر ما قبل الكامبوي.

002 الاقليم الأرضي الثاني من أراضي الجرانيت.

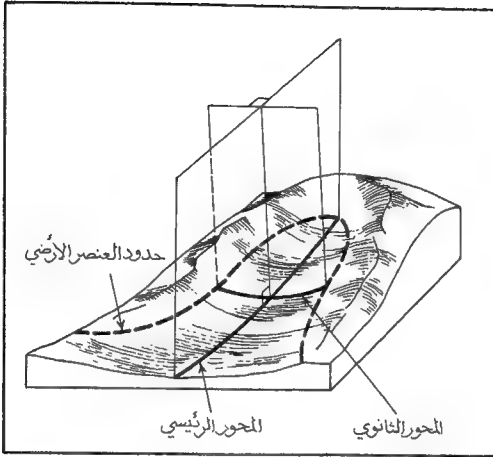
2 النظام الأرضي الثاني من أراضي الجرانيت.

2.4 الوحدة الأرضية الرابعة ضمن النظام الثاني.

هذا ويمكن اضافة ارقاماً خاصة بالعناصر الأرضية (والتي لم تحدد في الدراسة الراهنة لكونها من الدراسات التفصيلية التي تحتاج إلى جهد ووقت كبيرين). كذلك يمكن اضافة ارقاماً أخرى للنظم والوحدات الأرضية لتدل على نوعية النبات الطبيعي والقربة والانحدار واستعمالات الأراضي الحالية بحيث يمكن تخزينها في الحاسوب وانشاء نظام



شكل (١) : شكل بياني يوضح امكانية تفسير خارطة تصنيف الأراضي الأساسية للأغراض التطبيقية المختلفة. لاحظ الاختلاف تصنيف الوحدتين الأرضيتين رقم ٣، تبعاً للمتطلبات الزراعية او الهندسية.



(عن Grant et al., 1982)

شكل (٢) : تمثيل المحاور الرئيسية والثانوية للسفوح وتحديد العناصر الأرضية

للمعلومات الجغرافية. و يبين الشكل (٣) المستويات التراتبية المتعددة لتصنيف الأراضي باستخدام الصور الجوية والتحليل الجيومورفولوجي والمسح الميداني والذي استخدم في الدراسة الحالية.

و يبين الجدول (٢) مراحل تقييم الأراضي على مستوى النظام والوحدات والعناصر الأرضية.

جدول - ٢ -

مراحل تقييم الأراضي على مستوى النظام والوحدة والعنصر الأرضي

المرحلة الأولى : تحليل الأراضي في المختبر

١. تفسير الصور الجوية للتعرف إلى النظم الأرضية ووصفها.
٢. تحديد ووصف الوحدات الأرضية كما تظهر في الصور وتجميعها على هيئة انماط



شكل (٣) : المستويات الترابطية لتحليل الأراضي وتصنيفها باستخدام الصور الجوية والتحليل الجيومورفولوجي والمسح الميداني

٣. فوتوغرافية وأرضية.
الاستفادة من الأنماط الفوتوغرافية الأنفة الذكر في التحليل الجيولوجي والجيومورفولوجي.
٤. وضع نظام تصنيفي تسلسلي للأراضي (اقاليم، ونظم، ووحدات، وعناصر أرضية)، ونظام تصنيفي للأنماط الفوتوغرافية - الأرضية، ودراسة خصائص مكونات الأصناف الأرضية.

المرحلة الثانية : الدراسة الميدانية

١. التحقق من قابلية وملائمة التصنيف للأغراض التنموية. واختبار الانماط الأرضية المختلفة كالنظم والوحدات والعناصر الأرضية. والتأكد من ملائمة المتغيرات المستخدمة لتحديدها أثناء تفسير الصور الجوية في المرحلة الأولى.
٢. قياس خصائص الأصناف الأرضية بناء على متغيرات جيولوجية، وهيدرولوجية، ونباتية، وتربة، ومورفولوجية، وطوبوغرافية وغيرها.
٣. تحديد طبيعة المواد الأرضية المختلفة كالصخر والتربة، ومدى ملائمتها أو عاقبتها للانشاءات الهندسية والتطوير الزراعي، والاستعمالات الأخرى.
٤. وضع التصنيف النهائي للأراضي، وتوقيع حدود الاقاليم والنظم والوحدات والعناصر الأرضية.

المرحلة الثالثة : الاختبار التفصيلي لخصائص المواد التي تتكون منها الأصناف الأرضية

١. اجراء الاختبارات الجيوتقنية Geotechnical على المواد الأرضية للاستفادة من بياناتها في التطبيقات الهندسية.
٢. الاختبارات الفيزيائية والكيميائية للتربة للاستفادة من بياناتها في التطوير الزراعي.
٣. اختبار الجريان السطحي وحركة الرواسب، وعمليات الترسيب عند دراسة اخطار الفيضانات.
٤. اختبار أية عناصر أخرى ذات علاقة بعمليات التنمية.

المرحلة الرابعة : معالجة البيانات الرقمية والكرتوغرافية

١. تخزين البيانات في الحاسب الالكتروني وتحليلها للأغراض المختلفة.
٢. استرجاع البيانات المطلوبة عند الحاجة إليها.

المرحلة الخامسة : التنبؤ

- التنبؤ بما يلي : -
١. المواضع المناسبة لاقامة المراكز العمرانية، والطرق وغيرها.

٢. طبيعة الانحدار على مستوى النظام والوحدات والعناصر الأرضية.
٣. أعمال الحفر والردم المطلوبة على مستوى الوحدة الأرضية والعنصر الأرضي.
٤. تكرار الجسور والعبارات والخنادق بناء على طبيعة التصريف المائي.
٥. مصادر المواد التي تصلح للبناء كالحصباء والرمل وغيرها على مستوى الوحدة الأرضية.
٦. معرفة الأراضي ذات القدرة على التطوير الزراعي.
٧. معرفة الأراضي ذات القدرة على التطوير الرعوي.
٨. تحديد الأراضي التي يمكن أن تتعرض لأخطار طبيعية.

٤. أهمية الخرائط الموضوعية : الطبوغرافية والجيولوجية والجيومورفولوجية والتربة : -

تستخدم الخرائط الطبوغرافية على نطاق واسع في اشتقاق البيانات الهندسية Geometric التي تفيد في تخطيط المشاريع في المناطق التنموية بما في ذلك المراكز العمرانية. وفي حالة توافر خرائط طبوغرافية كبيرة المقياس، فإنه يتحليلها يمكن الحصول على معلومات رأسية وأفقية تفيد في عملية تصميم المشاريع. كذلك يمكن استخدام الخرائط الطبوغرافية الجيدة في المراحل الاستطلاعية لتحديد مواد البناء المتوفرة، والتعرف إلى مشكلات الإنشاءات. و يظهر في الخرائط الطبوغرافية عدد من الوحدات الأرضية بوضوح كالأسطح المستوية العليا (الأسطح التحتانية)، والسفوح العليا، والسفوح السفلى، وبطون الأودية وغيرها. ويوفر نمط التصريف المائي الذي يظهر بوضوح على الخرائط الطبوغرافية كبيرة المقياس فكرة عن عدد الجسور المطلوب إقامتها، والعبارات اللازمة لتصريف المياه، والمناطق التي يراد تحويل جريانها السطحي. وتغطي القطاعات الطبوغرافية صورة واضحة عن تضرس منطقة المشروع، وتحديد المناطق التي تحتاج إلى تسوية (كالقطع والردم). ويمكن التعرف إلى طبيعة المواد الصخرية والرواسب السطحية في المنطقة التنموية من خلال دراسة النمط الكنتوري. فمثلاً يتوافر على الأسطح التحتانية العليا رواسب الحصباء، بينما تظهر المكاشف الصخرية على السفوح شديدة الانحدار. إلا أنه لا يمكن الاعتماد على الخرائط الطبوغرافية وحدها في توفير المعلومات التي يستفاد منها في المشاريع التنموية المختلفة. وعموماً يتوافر عن البادية الجنوبية عدد من اللوحات الطبوغرافية بمقياس ١:٢٥٠,٠٠٠، وغطاء كامل بمقياس ١:٥٠,٠٠٠، و١:١٠٠,٠٠٠.

تبين الخرائط الجيولوجية لأية منطقة التكوينات الصخرية المتوفرة سواء أكانت الصخور صلبة أم لينة، والتراكيب الجيولوجية. وقلما تفيد تلك الخرائط في توفير معلومات تفصيلية عن الرواسب السطحية غير المتماسكة (كالرواسب الفيضية والحصباء)، أو طبيعة ضعف التراكيب الجيولوجية، أو خصائص أشكال سطح الأرض. إلا أنه يمكن التأكيد على أن نوعاً معيناً من الصخور يعطي تربة معينة في حالة تعرضه لعمليات التجوية. إذ يتوقع الباحث مثلاً توافر تربة طينية ثقيلة في أراضي البازلت بسبب نشاط التجوية الكيميائية

وبخاصة في البليستوسين، بينما يشيع وجود التربات الطينية الخفيفة والرملية في مناطق الحجر الرملي. وفي حالة توافر خرائط جيولوجية ذات مقياس كبير (١:١٠٠٠٠ مثلاً) ومن نوعية جيدة فإنه يمكن تحديد نوعية المواد الأرضية التي تصلح للبناء (٣٦).

ويتوافر عن البادية الجنوبية خرائط جيولوجية من مقياس متوسط (١:٥٠٠٠)، ومقياس صغير (١:١٠٠,٠٠٠، ١:٢٥٠,٠٠٠) مما يقلل من قيمتها في هذا المجال، ويؤكد أهمية تفسير الصور الجوية والمسح الميداني المكثف للحصول على المعلومات اللازمة.

نادراً ما تتوافر خرائط التربة بمقياس كبير في كثير من الدول النامية بما فيها الأردن. كما أن معظم خرائط التربة المتوافرة أعدت خصيصاً للأغراض الزراعية ومن مقياس صغير. وفي حالة توافر خرائط تربة تفصيلية فإنه يمكن اشتقاق معلومات هامة تفيد في وضع خارطة قدرات التربة التي يستفاد منها في تخطيط استعمالات الأراضي بما فيها الزراعة، بالإضافة إلى معلومات تفيد في معرفة الخصائص الهندسية للتربة من خلال تفسير وتحليل التصنيف البيدولوجي المعتمد في الخارطة، شريطة أن يكون المفسر حذراً في هذا المجال، فقد تظهر أنواع مختلفة من التربة التي تتفاوت في خصائص قطاعاتها وبالتالي تصنف على أنها مختلفة ببيدولوجيا في الوقت الذي تشابه في خصائصها الهندسية، أو يكون التباين في تلك الخصائص قليلاً بحيث يمكن إهماله.

ويشيع في الوقت الحاضر عمل خرائط ومخططات جيوهندسية خاصة بمناطق المشاريع التنموية بحيث تصنف التربة والرواسب السطحية والصخور وفق خصائصها الهندسية، مع الأخذ بعين الاعتبار الخصائص الهيدروجية والجيومورفولوجية والعمليات النشطة والبائدة للمنطقة (٣٧).

وقد أصبحت الخرائط الجيومورفولوجية في الدول المتقدمة من الأدوات الأساسية للحصول على معلومات عن الأشكال الأرضية وتفيد في تخطيط وتنفيذ المشاريع التنموية كالطرق، واختيار المواضع المناسبة للمراكز العمرانية، وتحديد مناطق التطوير الزراعي وصيانة التربة وغيرها. وتفيد تلك المعلومات المخططين في تجنب الأراضي الخطرة كالتربة التي تتميز بعدم الاستقرار، أو المهددة بالتعرية المائية لا يمكن الحصول عليها باستخدام الأساليب التقليدية المتبعة في اختبار الموضع Site investigation، وإنما بالمسح الجيومورفولوجي التفصيلي. إذ توفر هذه المسوحات معلومات هامة عن التطور الجيومورفولوجي للمنطقة

٣٦ Metcalf, J.B., 1971, An introduction to terrain classification and evaluation for engineering purposes. Rept., No. 6, Proc. Symp., on Terrain evaluation for highway engineering. Townsville, p. 3.

٣٧ UNESCO, 1976, Engineering geological maps: A guide to their preparation. The UNESCO Press, Paris, 11-15.

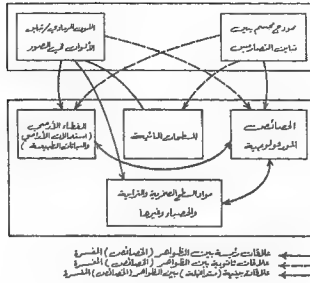
التنموية، ومدى توافر المواد الصخرية والترايبية الصالحة للبناء، ومدى ظهور عمليات جيومورفولوجية نشطة تؤثر على أعمال ومعامل الامان Factor of safety (١٣٣).

٥. تطبيقات وسائل الاستشعار عن بعد: -

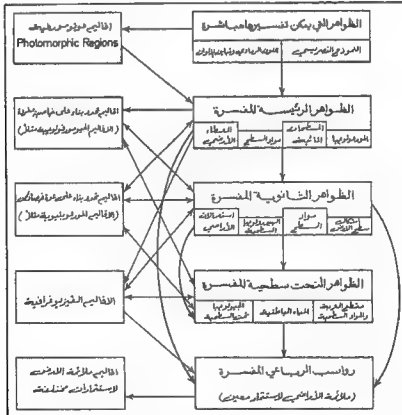
يصعب في الغالب تصنيف الأراضي والتحقق الميداني من كل جزء من الأراضي المطلوب تقييمها. ولذلك تستخدم الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية في تحديد الأصناف الأرضية في المختبر وتفسيرها باستعمال الأجهزة الفوتوجرامترية الخاصة بتجسيم ازواج الصور الجوية (مثل جهاز ستيريو سكوب ذو المرآيا، أو جهاز كوندور المزدوج Sereoscope Model T - 22Y Twin Condor) « المتوافرة في مختبر قسم الجغرافيا في الجامعة الأردنية -، أو جهاز نقل زووم Stereo Zoom Transfer Scope - المتوافرة في مختبر قسم الجولوجيا في الجامعة الأردنية - وغيرها)، كذلك يمكن بواسطة تفسير الصور الجوية القيام بجمع المعلومات الوصفية والكمية الخاصة بالأصناف الأرضية المختلفة، ومعرفة خصائصها الجيومورفولوجية، والتربة والنبات الطبيعي، وخصائصها الهيدرولوجية وغيرها. ويساعد النموذج الجسم وتباين اللون الرمادي في الصور الجوية وتباين الأطياف (الألوان) في صور الأقمار الصناعية المفسر المدرب في التعرف إلى أنماط العلاقات بين الظواهر الأرضية التي تظهر في الصور المطلوب تفسيرها مباشرة سواء كانت تلك الظواهر جيومورفولوجية، أو مسطحات مائية، أو غطاءات نباتية، أو مواد السطح الصخرية والتربة والحصباء وغيرها. وفي مرحلة تالية يمكن استخدام تلك النتائج في تفسير الظواهر تحت السطحية (مقطع التربة والرواسب السفحية، والمياه الباطنية، والجيولوجيا تحت السطحية)، وكذلك رواسب الراباعي (شكل ٤). ومن خلال العلاقات الوظيفية بين مستويات التفسير يمكن بناء سلسلة تراتبية من الأقاليم الفوتومورفية Photomorphic (بناء على تباين النمط الفوتوجرافي في الصور الجوية، وتباين الأطياف في صور الأقمار الصناعية)، والأقاليم الجيومورفولوجية والمورفوبنائية والفيزيوغرافية، والأقاليم الأرضية وذلك حسب ملائمتها للمشاريع التنموية المختلفة (شكل ٥).

ويتوافر عن البداية الجنوبية (والأردن عموماً) الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية بمقاييس مختلفة. وتعد صور الأقمار الصناعية من نوع LANDSAT (بالاتياف 4 5, 6, 7)، مقياس ١: ١٠٠٠٠٠٠٠ اصفر المقياس. ويتواجد في المركز الجغرافي الأردني، ومختبر الجيولوجيا التصويرية (الجامعة الأردنية) صور الاندسات بمقياس ١: ٢٥٠٠٠٠٠، بينما تتوافر صور جوية بمقاييس كبيرة (١: ١٠٠٠٠ - ١: ٢٥٠٠٠)، ومقاييس متوسطة (١: ٦٠٠٠٠)، ومقاييس صغيرة (١: ١٠٠٠٠٠). وتعتبر مقاييس الصور الأنفة الذكر من نوعية جيدة ومناسبة للتفسير وإنشاء خرائط الأنصاف الأرضية مستوياً باتها المختلفة.

Ivan, A., 1971, Applied geomorphological map of the Pisarky Basin in Brno, Czechoslovakia. *Studia Geographica (Brno)*, 21, p. 33 - 34.



شكل (٤) : انماط العلاقات بين الظواهر الأرضية التي تظهر في الصور (عن تاوونزهند، ١٩٨٠، ص ٨٥)



شكل (٥) : تحديد الانماط الأرضية ومدى ملائمتها للاستعمالات المختلفة بناء على الظواهر المفسرة

التقييم الجيومورفولوجي للوحدات الأرضية لأغراض التنمية في البادية الجنوبية

الأستاذ يحيى فرحان

Geomorphological evaluation of terrain units for development purposes in the Southern desert of Jordan

Abstract

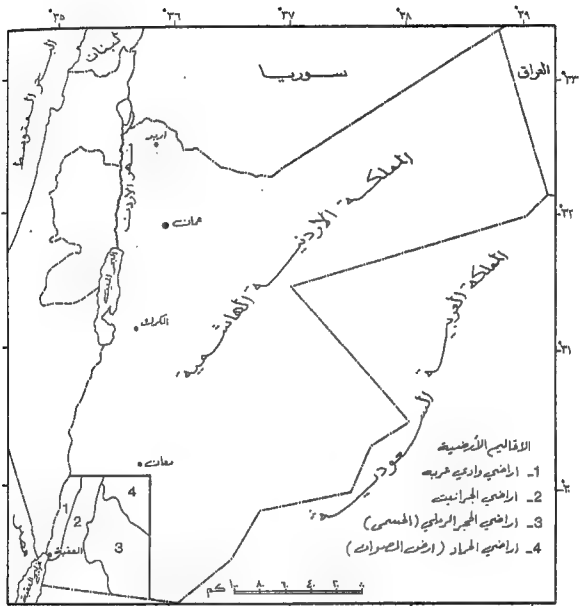
The terrain analysis survey carried out in Southern Jordan has resulted in a terrain hierarchy which consists of 4 terrain regions, 13 terrain systems, and 94 different terrain units. The resultant terrain hierarchy was subjected to statistical testing using factor analysis, and multiple discriminant analysis. Thus, statistical testing reveals that the terrain units were accepted for the present purposes. Also analogies between terrain systems were established.

Two matrices were constructed to evaluate the 94 terrain units for development using Q-mode factor analysis, The first matrix represents the resources potential recognized in each terrain unit, while the second matrix represents the geomorphological problems and hazards. Based on factor scores related to each terrain unit, it was possible to identify the terrain units suitable for development based on both, the availability of resources, and the least exposure to geomorphic hazards.

١. إجراءات انجاز خارطة الاصناف الأرضية :-

قام الباحث أثناء انجاز خارطة النظم والوحدات الأرضية لمنطقة الدراسة (الممتدة بين حافة رأس النقب والعقبة من الشمال إلى الجنوب، ومن سهل ابوصوانة في الشرق إلى غرندل في وادي عربة في الغرب، شكل (١)، باستخدام خارطة اساس ذات مقياس ١: ٦٠٠٠٠ لتوقيع نتائج تفسير الصور الجوية (من نفس المقياس)، والعمل الميداني. إذ وجد ان هذا المقياس مناسب لتوقيع حدود النظم الأرضية ومكوناتها من الوحدات الأرضية. ونظراً لعدم توفر الوقت والتمويل المادي الكافيين لم يحدد الباحث المكونات الأرضية الأصغر كالعناصر الأرضية والمشوات الأرضية Terrain Variants بالرغم من توافر الصور الجوية من مقاييس ١: ٢٥٠٠٠ و ١: ١٠٠٠٠ لأجزاء من منطقة الدراسة.

اضافة إلى الخارطة الأساسية، استخدم الباحث المقاطع الطوبوغرافية والبانوراما



شكل (١): منطقة الدراسة

الميدانية، والصور الجوية، والتصوير الفوتوغرافي الأرضي ومقاطع المسح الميداني* لتوضيح تكرار النظم والوحدات الأرضية لنماذج مختارة من المنطقة. كذلك استعان الباحث بالدراسات الجيومورفولوجية^(١) السابقة، والخرائط الطبوغرافية (مقياس ١: ٥٠٠٠٠)، والجيولوجية (مقياس ١: ٢٥٠٠٠ و ١: ١٠٠٠٠٠) كمصدر للمعلومات عن منطقة الدراسة. وبالرغم من تباين واختلاف المصطلحات والتفصيلات الخاصة بالتكوينات الصخرية والرواسب السطحية والمثبتة في أدلة الخرائط الجيولوجية الانجليزية أو الألمانية، أو تلك التي انجزتها منظمة الزراعة والأغذية الدولية FAO (مثال ذلك تسميات صخور رم والقويرة وام سهم الرملية، وصخور عجلون والبقاء الكلسية والطباشيرية التي وضعها كونيل Quennell، وصخور سلب وعشرين والديسي الرملية التي وضعها لويد Lloyd)، إلا أن الباحث استخدم التسميات التي وضعها بندر Bender الألماني للدلالة على المجموعات الصخرية والرواسب السطحية نظراً لتفصيلاتها وحداتها. كذلك قام الباحث بتدقيق حدود المجموعات الصخرية باستخدام الصور والمسح الميداني، علاوة على تصحيح بعض الأخطاء التي وردت في الخارطة الجيولوجية (مقياس ١: ١٠٠٠٠٠) والتي وضعها بندر لمنطقة العقبة وبخاصة فيما يتعلق بصخور الركيزة. حيث أشار بندر إلى وجود صخور اندفاعية (بركانية) غير مميزة إلى الشمال الغربي من القويرة، إلا أنها وجدت من أنواع الصخور الجرانيتية (الجرانوديورايت). كذلك اضاف الباحث حدود بقايا رواسب البحيرة البليوسينية المؤقتة في منطقة الحميمة حيث لم تثبت حدودها مكتملة على أي خارطة جيولوجية من السابق. واكتفى بندر Bender بتوقيع نطاق صغير جداً من الرواسب البليستوسينية على الخارطة الجيولوجية بمقياس ١: ١٠٠٠٠٠ (لوحة العقبة)، بينما أشار لويد Lloyd إلى احتمال تكون بحيرة مؤقتة في البليستوسين،

* قام الباحث بمسح ستين مقطعاً أرضياً لسفوح مختارة وممثلة للخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة في المناطق التي يسهل السماح الميداني فيها. وقد تم مسح عشرين قطاعاً منها مسحاً تفصيلياً ضمن توقيع التكوين الصخري والرواسب السطحية، وقياس أحجام الجلاميد والمفتتات والمجروفات على السفوح. وتخضع تلك القطاعات حالياً للدراسة، انظر للباحث: —

Farhan, Y. Geomorphological processes and slopes evolution in the granite and Sandstone landforms, Southern Jordan, In preperation.

—————, Relation between rock type and the slope form in Southern Jordan, In preperation.

Beheiry, S., Desert landscapes in Southern Jordan. Faculty of Arts Journal. ١ (Univ. of Jordan).

Vol. 3 (1), (1972), 5-31.

Osborn, G., and Duford, J., Geomorphological in the inselberg region of South-Western Jordan. Palestine Explor. Q., Jan.- June, (1981), 1-17.

—————, Evolution of the late Cenozoic inselberg landscape of Southwestern Jordan. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 49 (1985), 1-23.

وذلك من خلال ظهور رواسب بحيرية في مقاطع الآبار S48, S50 التي حفرها في جنوبي الاردن اثناء دراسته لهيدروولوجية المنطقة^(٣).

وقد تم المسح الجيومورفولوجي قبل العمل الميداني على النحو التالي :-

الاستفادة من البيانات الجيولوجية والهيدروولوجية والخرائط الجيولوجية السابقة في تحديد الاقاليم الأرضية. اما النظم والوحدات الأرضية فقد تم التعرف اليها وتحديدتها من خلال تفسير الصور الجوية باستخدام جهاز ستيريوسكوب ذو المرايا (نوع Topcon)، وكوندور ستيريوسكوب. ثم عقب ذلك المسح الميداني (فيما بين ايلول ١٩٨٤ ونيسان ١٩٨٧) حيث تم تدقيق الحدود بين النظم والوحدات الأرضية، واخذ الصور الفوتوغرافية الأرضية، ومسح القطاعات الأرضية. بعد ذلك وضع التصنيف النهائي للرتب الأرضية مع ترقيمها ثم رسمت الخارطة النهائية. و يبين الجدول (٢) خصائص الاقاليم الأرضية التي تم تمييزها في منطقة الدراسة.

٢. النظم الأرضية Terrain Systems :-

قسمت منطقة الدراسة إلى أربعة اقاليم أرضية (جدول ١) هي : الاراضي الجرانيتية، وارضيات الحجر الرملي، وارضيات وادي عربة وساحل العقبة. واعتبرت حدود الوحدات الصخرية الرئيسية وخصائصها حدوداً بين تلك الاقاليم. و بناء على خصائص النمط الفوتوغرافي، والنشأة والتطور، والنمط الفيزيوجرافي، والتضرس (نمط التصريف المائي وكثافة الشبكة المائية)، تم تحديد ثلاثة عشر نظاماً أرضياً تتكون من أربعة وتسعين وحدة أرضية تتكرر في منطقة الدراسة (جدول ٢). وبمقارنة نتائج المسح الأرضي الحالية مع نتائج الدراسة التي قام بها ميتشل وهوارد عام ١٩٧٨^(٣) (جدول ٣) يتضح ما يلي :-

اولاً : سيادة التعميم في الرتب الأرضية على نحو ما ورد في دراسة ميتشل وهوارد. إذ اعتبرنا جميع الاراضي الجرانيتية مثلاً نظاماً أرضياً بالرغم من انها تمثل في الحقيقة اقليمياً أرضياً، او مركباً أرضياً كما اوضح الباحث في دراسة سابقة^(٤). ونظراً لتباين التكوين الصخري والبنية الجيولوجية والتطور الجيومورفولوجي والاشكال الأرضية، امكن تقسيم الاراضي الجرانيتية الى ثلاثة نظم أرضية (جدول ٣). كذلك اعتبر ميتشل وهوارد جميع الاراضي المتطورة عن صخور الحجر الرملي نظاماً أرضياً بالرغم من تباين التكوينات الصخرية والاشكال الأرضية المتطورة عن صخور الحجر الرملي الاوردوفيشي والسيلوري والكربن.

Lloyd, J., W., 1969, Op. Cit.

٢.

Mitchell and Howard, 1978, Op. Cit.

٣.

Farhan, Y., 1983, A multivariate approach to hill-slope forms classification : a case study from Jordan. Proc. 1st Jordanian Geol. Conf., p. 587.

٤.

الاسم	التكوين الجيولوجي	المصنفات الجيومورفولوجية	الترسبة	البيئات الطبيعية	التنوع والموارد المائية
الاراضي الجبلية	جريت مسطحة، وانغادي، جوتودوربات، بلاجوجيكو، وتوامك، لاسية من تونغ قاعدية وصفيحة رسوبية شيفرما، تكمز بعدد كبير من الصفيحة الرسوبية والحديد التي تامل انجمادات مختلفة.	تقويزت الاراضي من صخور الحجر الرملي الكاسيري، والاكرندي، والحجر الرملي الكاسي، تكمز بعدد من الصفيح والامفالات.	سويج الاراضي الاسفلج والقفارات والكدمات، الاربع الصخرية، وقطب القدر، والتلويديديها. امتالة الى اشكال القلائد الرملية وسطح المقيم وزرات الرمال، والطين الملتصبة التي لحصى.	سفافة التربة الجصية ولصفيها والقرنات الرملية، وراسب لحيمة صخرية، وطينية وخرقية، وودلية تامة في المسطحات الطينية.	تنويز المياه الجوفية في المسطحة والسيدي (٣٠٠ م)، وصخور الحجر الرملي، الناتج شديد الجفلا من طراز ٨٧٧.
الاراضي المسطحة	تقويزات في صخور الحجر الكاسيري، المعدي، والاكرندي، والحجر الرملي الكاسي، تكمز بعدد من الصفيح والامفالات.	تقويزات في صخور الحجر الرملي الكاسيري، والاكرندي، والحجر الرملي الكاسي، تكمز بعدد من الصفيح والامفالات.	سويج الاراضي الاسفلج والقفارات والكدمات، الاربع الصخرية، وقطب القدر، والتلويديديها. امتالة الى اشكال القلائد الرملية وسطح المقيم وزرات الرمال، والطين الملتصبة التي لحصى.	سفافة التربة الجصية ولصفيها والقرنات الرملية، وراسب لحيمة صخرية، وطينية وخرقية، وودلية تامة في المسطحات الطينية.	تنويز المياه الجوفية حول المسطحة، اما السفح والرق فهي عذبة من القنات، تقويز من الشجيرات العذبة في سجون الاروية المسنة.
الاراضي المنخفضة	تقويزات في صخور الحجر الرملي الكاسيري، المعدي، والاكرندي، والحجر الرملي الكاسي، تكمز بعدد من الصفيح والامفالات.	تقويزات في صخور الحجر الرملي الكاسيري، والاكرندي، والحجر الرملي الكاسي، تكمز بعدد من الصفيح والامفالات.	سويج الاراضي الاسفلج والقفارات والكدمات، الاربع الصخرية، وقطب القدر، والتلويديديها. امتالة الى اشكال القلائد الرملية وسطح المقيم وزرات الرمال، والطين الملتصبة التي لحصى.	سفافة التربة الجصية ولصفيها والقرنات الرملية، وراسب لحيمة صخرية، وطينية وخرقية، وودلية تامة في المسطحات الطينية.	تنويز المياه الجوفية حول المسطحة، اما السفح والرق فهي عذبة من القنات، تقويز من الشجيرات العذبة في سجون الاروية المسنة.

ثانياً : في الوقت الذي اتجه فيه الباحثين السابقين إلى التعميم عند تحديد النظم الأرضية، صنفاً بعض الوحدات الأرضية بالخطأ نظماً أرضية. إذ اعتبرا التلال الكلسية اللاطئة والمتفرقة (من صخور عجلون) في وادي عربة نظماً أرضية، في الوقت الذي لا يمكن بأي حال من الأحوال تصنيف تلك التلال أكثر من وحدات أرضية تتبع نظام الحجر الكلسي الايكونو يدي. ولكنها تتكرر في وادي عربة (خارج حدود النظام الأرضي الخاص بها) بسبب عمليات التصدع والخسف. فمن الناحية الجيومورفولوجية تمثل تلك التلال اشكالاً أرضية مفردة: اما كو يستات او ظهور خنازير متواضعة الأبعاد كما الحال عند مصب وادي احيمر في وادي عربة، أو في غرابين الجليف، أو في بيد يمنت القوية شرقي وشمالى الحميمة.

ثالثاً : تفقتر النظم والوحدات الأرضية التي حددها ميتشل وهوارد إلى التسميات الجيومورفولوجية الرصينة. فقد اطلقا على اراضي الانسليرج والقارات والكدوات المتطورة في صخور الحجر الرملي الكامبري والاردوفيشي والسيلوري اسم «نظام الهضاب المتقطعة» (Dissected Plateau land System)، كذلك اطلقا على ارض الحماد في المنطقة بين معان ورأس النقب اسم «المنحدرات المتقطعة المنحدرة باتجاه منخفض الجفر». ولا يوجد اي مبرر لخلل في تسميات النظم والوحدات الأرضية، اضافة إلى ان اللغة العربية غنية بالمصطلحات الخاصة بالاشكال الأرضية في المناطق الجافة والتي احياها وتمسك بها نفر من الجيومورفولوجين العرب^(٥). ومن الجدير بالذكر ان بدو الحويطات في منطقة الدراسة يطلقون اسما عربياً معبرة عن الاشكال الأرضية في المنطقة، وربما تصلح لأن تكون مصطلحات جيومورفولوجية بعد التحقق اللغوي. فاسماء مثل القارة، والقوية، والطور، والحقاب، والملقة، والخشم، والدرة، والشنيفة، والفوهة، والرضمة، وغيرها اسما دارجة عندهم.

يتراوح المعدل السنوي للمطر بين ١٤٣ ملميمتر في رأس النقب (١٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر)، و ٣٧ ملليمتر في العقبة، و ٨٩ ملليمتر في وادي رم، و ٤٠ ملليمتر في قاع الخريم^(٦). وقد وصل اعلی معدل سنوي للمطر في محطة رم عام ١٩٦٨ حيث هطل ١٧٦

٥. انظر: بحيري، صلاح، ١٩٧٤، المرجع السابق، ص ٧ — ٢٠.
عبد السلام، عادل، ١٩٨٠، علم اشكال الأرض، المطبعة الجديدة، دمشق، ٦٠٦ صفحات.

٦. Natural Resources Authority, 1977, National Water Master Plan of Jordan. Vol. ١ III, Surface Water Resources, p. 16-17.
Lloyd, 1969, Op. Cit.
Shehadeh, N., 1978, A soil moisture budget in Jordan. Unpub. paper, p. 18.

مليمتر، وفي عام ١٩٧٤ سجلت محطة رأس النقب معدلاً سنوياً بلغ ٣٠٤ر٤ مليمتر. بينما هطل في العقبه عام ١٩٧٥ اقصى معدل سنوي للمطر وهو ٨٤ر٢ مليمتر. من جهة اخرى يبلغ المعدل السنوي العام للمطر في منطقة الدراسة ٨٠ مليمتر. وتتكون سنوياً خمسة عواصف ماطرة تحدث جريئاً سطحياً في وادي رم يصل ارتفاع المياه الجارية اثناءها نصف متر. وتتكون سبعة عواصف ماطرة سنوياً يترتب عليها جريئاً سطحياً في رأس النقب. ولا تدوم العاصفة الماطرة اكثر من بضع ساعات مما يترتب عليه ارتفاعاً ملحوظاً في كثافة التساقط. وبناء على سجلات الجريان السطحي لوادي اليتم (١٩٦٢ - ١٩٦٧) فان كل عاصفة ماطرة يترتب عليها تصريف مائي عاصفي يتراوح بين ١٠٠١ ر و١٠٠٢ متر مكعب (٧).

تؤدي قلة الامطار على نحو ما اتضح الى نقص كبير في رطوبة التربة المتاحة moisture Available Soil يقلل عن ٥٠ مليمتر طول فترة نمو المحاصيل (٨). و يعد هذا العامل من

جدول (٣) النظم والوحدات الأرضية التي حدها ميثلل وهوارد في منطقة الدراسة

الرمز	النظم الأرضية Land Systems	عدد الوحدات الأرضية Land facets
1/1	جرائن العقبه	7
2/1	المضارب المنقطعة في صخور القريرة الرملية	9
3/1	المضارب المنقطعة في صخور رم ورم سبهم الرملية	9
4/1	المضارب المنقطعة في تكوينات تيرك والزرقاء والحظيرة الرملية (صخور الحجر الرملي الكرنوب والأريدينيشي السيلوري)	5
5/1	التلال الكلسية اللاطقة (صخور صجلون) في وادي حربة	2
7/12	التحدرات المنقطعة التي تميل باتجاه منخفض الجفر (صخور البلقاء)	5
المجموع	6	37

Source : Mitchell and Howard, 1978, Op. Cit.

المحددات الرئيسية في تطوير الموضوع في منطقة الدراسة. ولذلك تنحصر مقومات التنمية المستقبلية للمنطقة في تطوير الموارد الرعوية في بعض النظم الأرضية، واستغلال المياه الجوفية والسطحية، سواء بالاساليب التقليدية (مثال تلك التي تتضح من الشواهد الأثرية،

Young, A., 1971a, Slope Profile analysis, the system of Best Units. Inst. Br. Geogr. v Spec. Publ., 3, 1-13.

———, 1971b, SLOPE UNITS, Unpublished Fortran IV Computer Programme, School of Environmental Sciences, Univ. of East Anglia, Norwich, England.

———, 1972, Slopes, Oliver & Boyd, Edinburgh, 288pp.

Ameil, J.A., and Friedman, G.A., 1971, Contentual Sabkha in Arava valley. A between Dead Sea and Red Sea : Significance for origin of evaporites. The Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull. 55 (4), 561-592.

Gruneberg, F., 1966, Op. Cit.

Moorman, F., 1958, Op. Cit.

او التي يطبقها بدو المنطقة حالياً)، او باستخدام تكنولوجيا ملائمة للاستفادة منها في الزراعة المخططة والري المنظم. وفي وحدات ارضية اخرى مثل بيد يمنت القوية (منطقة قاع النقب) يمكن استغلال بعض المعادن من صخور الحجر الرملي كالرمل الزجاجي، والفلسبار من صخور الجرانيت، اضافة إلى امكانية استغلال بعض الرواسب التي تصلح للبناء كالحصباء والرمل من المراحل الفيضية.

وتبين الاشكال (١٢ هـ - ٢) التوزع المكاني للنظم والوحدات الأرضية في منطقة الدراسة. بينما يوضح الجدول (٤) خصائص النظم الأرضية التي تم التعرف اليها. ويتضمن الجدول (٥) الوحدات الأرضية التي يتكون منها كل نظام ارضي.

جدول رقم (٤) النظم الأرضية في منطقة العقبة

اللائحة الأرضية	النظام الأرضي	المسوح (متر) فرق مستوى سطح البحر	الاشكال الأرضية والتكوين الجيولوجي	التركيبة	البيئات الطبيعية
الأراضي الجرانيتية	١. أراضي شامية شديدة التضرس ٢. أراضي شامية متوسطة التضرس ٣. أراضي طرائف الجلبف	١١٠٠ - ١٦٠٠ ١١٠٠ - ١٤٠٠ ٧٠٠ - ١٢٠٠	حالات صاعدة وسنية شديدة الانحدار في الجرانيت السيلي والجرانيتيوريوت، شديدة التفتت بأودية عائلية. مسوح حنية متوسطة الانحدار في الكورلوزد يوريوت يتبع على السطح شبكة تصريف شعري بالدرجة الأولى. حالات صاعدة وسنية متوسطة الانحدار في الكورلوزد يوريوت والجرانيت السيلي والجرانيتيوريوت الكاسيري.	السلح اما عارية او مغطاة جزئياً بسلطام الصخر عارية او مغطاة بتراب الجرس والمواد الطينية المشتقة من سيرليت الجرانيت. السلح اما عارية او صخرية، يتوضع في المنخفضات ثرية رملية مشتقة من صخور الحجر الرملي الكاسيري.	شجيرات متفرقة من أعرج والسفط شجيرات متفرقة من الرثم والحلجكسبون شجيرات متفرقة من الرثم والحلجكسبون
أراضي	٤. أراضي الانسلاج	٩٠٠ - ١٤٠٠	الحالات تحت رئيسية والتي في الحجر الرملي الكاسيري الكورلي والبي والتي تشكلت شديدة التفتت، او موادة متفرقة تملأ شقوق السهل التهامي في صخور الجرانيت.	السلح اما عارية او مغطاة بسلطام الحجر الرملي. المسطحات الطينية في العباد، او فرشاة رملية وتكاثف الغلال.	شجيرات ولحمان عارية من البيئات الطبيعية. بالذضا، والطرفة والرثم.
الحجر الرملي الأوروبي	٥. أراضي الحجر الرملي الأوروبي	٨٠٠ - ١٧٥٠	حقلات تحت رئيسية والتي في، مسوح يديت، اوحديات متناثرة تملأ صخور الحجر الرملي الكاسيري على ارتفاعات تصل إلى ١٧٥٠ متر.	السلح عارية، او تغطي جزئياً بتراب رملية. تر المسطحات الطينية، او حاد من الحجر الرملي.	شجيرات متفرقة من الحلجكسبون والرثم.
الرملي	٦. أراضي الحجر الرملي الأوروبي	٨٠٠ - ١٢٠٠	حقلات تحت رئيسية والتي في، مسوح يديت صخرية	السلح اما عارية، او تغطي جزئيات بتراب رملية طينية او حاد من سلطام الحجر الرملي.	شجيرات متفرقة من الحلجكسبون والطرفة.
أراضي وادي حرة	٧. أراضي الجهاد	٥٠ - ٣٠٠	مراوح طينية متلاحقة تمتد على طول قواعد الحافات الصاعدة لودي، حرة.	رواسب من الجلياليد الصخرية الكبيرة والفتتات الخشنة في الجزء العلوي من البيئات تحول إلى رواسب ناعمة طينية عند القدمها.	بقايا أجسام مترجمة
وساحل	٨. أراضي الجهاد	٥٠ - ٨٠	انتهى المراحل الفيضية بتناقل من السبخات الساحلية والتدلية	الطين الرمل والجرني وسط السبخات، والرمل في النطاق الانحطالي والرمل الخشن والحصى على الأطراف.	أبام من العرق والودوم والشفا وأحياناً السيل.
العقبة	٩. أراضي الكتبان ١٠. سهل العقبة	٥٠ - ٢٠٠ ٤٠٠ -	عصام رملية وعروق كتبية متحركة، كتبان مسعرقة، ترك، فرشاة الرمال وغلال الرمال. بالانداز مائل يتكون من الرواسب الطينية ورمالية الشط، المرفوعة، ومرفوع فيضية حديثة.	أرب رملية طينية خافت مسج ناعم.	أبام للضا والعرق.
أراضي	١١. أراضي الكلس الايكرونيدي / السليسي ١٢. أراضي الكلس المتدي ١٣. أراضي الحجر الرملي الكرب	١٥٠٠ - ١٦٠٠ ١٤٠٠ - ١٥٠٠ ١٢٠٠ - ١٤٠٠	حالات تحت وصديعية تتكون من الحجر الكلسي واللون والورل والكلس للري معدلة بشل الانزلافت الأرضية، وتغطيها الجذول لثاقية. حالات تحت وصديعية تتكون من الحجر الكلسي المتدي والكلس للري واللون واللون معدلة بشل الانزلافت الأرضية. حالات تحت وحالات مصدوعة، وكث هائلة، وحقلات تحت، وسفوح حشيش متطورة في صخور الحجر الرملي الكرب.	أراضي رملية خشنة، وترب طينية ورمالية مسطام المرجان. ترب حجرية وصخور عارية من الترب وسطام صخري. ترب حجرية من التربة وسفوح عارية من التربة، وصخور صخري. من الترب الطينية والحصى، وسطام صخري. ترب حصى تظهر بجمعات رملية صافية.	شجيرات متفرقة من حريجات وشجيرات واشجار حول رأس النقب.



شكل (٢ب) : الوحدات الارضية في الجزء الجنوبي من وادي عربة

جدول - ٥ - الوحدات الأرضية التي يتكون منها كل نظام أرضي

١ - إقليم الأراضي الجرانيتية 10 (ما قبل الكامبري)

١. نظام الأراضي الجرانيتية شديدة التضرس (10.1)

الوحدات الأرضية

- 10.1.1 الذري الجرانيتية المدببة
- 10.1.1 اسطح مستوية من بقايا الحجر الرملي الكامبري
- 10.1.3 سفوح شديدة الميل
- 10.1.4 سفوح شبه مستوية (مصاطب صخرية)
- 10.1.5 سفوح الحضيض
- 10.1.6 المراوح الفيضية (البهادا)
- 10.1.7 سفوح الهشيم والجلاميد الصخرية
- 10.1.8 مصاطب لحقية
- 10.1.9 مجاري الأودية

٢. نظام الأراضي الجرانيتية متوسطة التضرس (10.2)

الوحدات الأرضية

- 10.2.1 سفوح عليا محدبة (ذري مستديرة)
- 10.2.2 سفوح مستقيمة متوسطة الميل
- 10.2.3 مصاطب صخرية
- 10.2.4 سفوح الحضيض
- 10.2.5 المراوح الفيضية (البهادا)
- 10.2.6 بيد يمنت
- 10.2.7 مصاطب لحقية
- 10.2.8 مجاري الأودية

٣. نظام أراضي غرابن الجليل (10.3)

الوحدات الأرضية

- 10.3.1 بقايا اسطح تحتاتية
- 10.2.2 سفوح متوسطة - شديدة الميل
- 10.3.3 حافات كو يستا
- 10.3.4 اسطح ميل الطبقات في الكو يستا
- 10.3.5 اعراف نافرة متوازية (ناجمة عن القواطع الرأسية)
- 10.3.6 راضي رديئة (شديدة التقطع)
- 10.3.7 مرواح فيضية
- 10.3.8 مجاري الأودية

ب - اقليم اراضي الحجر الرملي 20 (الكامبري، الاوردوفيشي، السيلوري

- (21) نظام الاراضي المتطورة في الحجر الرملي الكامبري (اراضي الانسليرج)
- الوحدات الارضية**
- 21.1 الاسطح العليا (مستوية لطيفة التحذب)
- 21.1 سفوح مستقيمة شديدة الانحدار
- 21.3 سفوح مدرجة (مغطي جزئياً بالحطام)
- 21.4 حوائط رأسية
- 21.5 بيد يمنت رسوبي
- 21.6 اراضي مستوية تغطيها فرشاة رملية
- 21.7 اراضي مستوية تغطيها فرشاة حصوية
- 21.8 سدود رملية عند مخارج الأودية
- 21.9 كثبان الظلال
- 21.10 القيعان (مسطحات طينية)
- 21.11 مجاري الأودية
5. نظام الاراضي المتطورة في صخور الحجر الرملي الاوردوفيشي
- (22) 5.1 - اراضي الانسليرج
- الوحدات الارضية**
- 22.1.1 اسطح عليا - مستوية - قبابية الشكل
- 22.1.2 مصاطب صخرية (مستوية - شبه مستوية)
- 22.1.3 كدبوات (بقايا نحت لاطئة متفرقة)
- 22.1.4 حوائط رأسية
- 22.1.5 سفوح شديدة الميل
- 22.1.6 سفوح الهشيم
- 22.1.7 سفوح الحضيض
- 22.1.8 بيد يمنت
- 22.1.9 مراوح فيضية
- 22.1.10 الباداندز (في الرواسب البحرية)
- 22.1.11 اراضي مستوية تغطيها فرشاة رملية
- 22.1.12 كثبان رملية - نباك - سد رملي
- 22.1.13 مسطحات طينية
- 22.1.14 مجاري الأودية
- (22.2) اراضي القارات

الوحدات الأرضية

- 22.2.1 اسطح عليا مستوية - لطيفة التحذب
 - 22.2.2 حوائط رأسية على جوانب الأودية المصدقة
 - 22.2.3 المسطحات الطينية
 - 22.2.4 مجاري الأودية
 - 22.2.5 أراضي رملية
 - 22.2.6 سفوح الهشيم
 - 22.2.7 بيد يمنت
 - 22.2.8 كثبان الظلال - سد رملي
 - 22.2.9 سفوح لطيفة للميل
- (23) ٦. نظام الأراضي المتطورة في صخور الحجر الرملي السيلوري

الوحدات الأرضية

- 23.1 أراضي مستوية - شبه مستوية محاطة بجروف رأسية
- 23.2 سفوح شديدة الميل
- 23.3 سفوح الحضيض
- 23.4 بيد يمنت
- 23.5 حماد رملي
- 23.6 مجاري الأودية
- 23.7 كثبان رملية

ج - إقليم أراضي وادي عربة وساحل العقبة (42) رباعي

- (42.1) ٧. نظام البهادا (المراوح الفيضية المتلاحمة)

الوحدات الأرضية

- 42.1.1 أراضي مراوح ذات نشاط حتي
 - 42.1.2 أراضي مراوح غير نشطة
 - 42.1.3 أراضي الجزء العلوي من المروحة
 - 42.1.4 أراضي الجزء الأوسط من المروحة
 - 42.1.5 أقدام المراوح
- (42.2) ٨. نظام أراضي الخبرات والسبخات

الوحدات الأرضية

- 42.2.1 أراضي طينية قاحلة
- 42.2.2 أراضي رملية وعرينية انتقالية

- 42.2.3 اراضي الهوامش المحلية
- (42.3) ٩. نظام اراضي الكتبان الرملية
- الوحدات الأرضية**
- 42.3.1 اراضي النباك الرملية
- 42.3.2 كتبان الظلال
- 42.3.3 كتبان السيف والكتبان الهلالية
- 42.3.4 فرشات وغطاءات رملية
- (42.4) ١٠. نظام اراضي ساحل العقبة
- الوحدات الأرضية**
- 42.4.1 مراوح حديثة غير متقطعة
- 42.4.2 مراوح بليستوسينية شديدة التقطع
- 42.4.3 بقايا الشواطئ المرفوعة
- 42.4.4 ساحل رملي
- د - اقليم اراضي الحماد الصواين (كريتاسي)
- (33.1) ١١. نظام اراضي الحجر الكلسي الايكونو يدي / السيليسي
- 33.1.2 منحدرات ميل كو يستا رأس النقب
- 33.1.3 مجاري الأودية
- 33.1.4 اراضي متموجة
- 33.1.5 منحدرات نحت / صدعية كو يستا رأس النقب
- (33.2) ١٢. نظام اراضي الحجر الكلسي العقيدي
- الوحدات الأرضية**
- 33.2.1 حافات نحت / صدعية شديدة الميل
- 33.2.2 تلال منعزلة
- 33.2.3 كو يستان متواضعة
- 33.2.4 ظهور الخنازير
- (33.3) ١٣. نظام اراضي الحجر الرملي الكرب
- الوحدات الأرضية**
- 33.3.1 حافات نحت / صدعية شديدة الميل

٣. اختبار الأصناف الأرضية : -

تعتبر الأصناف الأرضية برتبها المختلفة كما وردت أنفاً نتاج المفاهيم الخاصة بتصنيف وتقييم الأراضي والتي يقوم عايتها النظام الهولندي باستخدام الصور الجوية والتحقق الميداني. وتقوم الفرضية المفتاحية في أي مشروع لتصنيف الأراضي على وجود فوارق بين الرتب الأرضية المختلفة، وعند تخطي حدود رتبة أرضية معينة تظهر خصائص أرضية جديدة تنتمي لرتبة أخرى. ومن هنا تشكل الاختبارات الإحصائية أداة أساسية للتأكد من وجود الفوارق بين الرتب الأرضية التي تم تحديدها. ولتحقيق هذا هدف قام الباحث أولاً بتحديد أربعة عشر متغيراً يوضحها الجدول (٦) والتي تمثل الخصائص الجوهرية للوحدات الأرضية ويمكن قياسها وملاحظتها ميدانياً، وثانياً اختبار أربعة وتسعون وحدة أرضية تمثل النظم والأقاليم الأرضية المحددة باستخدام عينة عشوائية طبقية مع مراعاة إمكانية الوصول (في الميدان) لجميع الوحدات الأرضية التي تم التعرف عليها.

وقد اعتمد الباحث في اشتقاق خصائص الوحدات الأرضية على الخرائط الطبوغرافية، والصور الجوية، مع الاستفادة من نتائج تحليل قطاعات الانحدار باستخدام أسلوب الوحدات الأمثل، والتقارير والدراسات السابقة والمسح الميداني. وهذا يمكن إضافة متغيرات أخرى تبين خصائص الوحدات الأرضية، كالخصائص الهندسية للترتبة (١)، ونمط كثافة الأطياف المختلفة عند استخدام صور الأقمار الصناعية في الدراسة (١٠) (4, 5, 6, and 7)، والأنواع النباتية (١١)، وبعض المتغيرات المتعلقة باستعمالات الأراضي (١٢).

١. Farhan, Y., 1978, Terrain classification based on engineering geomorphological parameters : a multivariate approach. Proc. of Digital Terrain Models (DTM) Symposium, ASP, (1978), 428-468.
١٠. Schreier, H., and Lavkulich, L.M., 1978, "A numerical terrain classification scheme for off-road terrain trafficability assessments. Geoforum, 9, 225-234.
- , 1979, A numerical approach to terrain analysis for off-road trafficability. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 45 (5), 635-642.
١١. Yeung, A., 1971a, Slope profile analysis, the system of best Units. Inst. Br. Geogr. Spec. Publ., 3, 1-13,
- 1971b, SLOPE UNITS, Unpublished Fortran IV Computer Programme, School of Environmental Sciences, Univ. of East Anglia, Norwich, England.
- 1972, Slopes, Oliver & Boyd, Edinburgh, 288 pp.
- Ameil, J. and Friedman, G., 1971, Central Sabkha in Arava valley between

ويرى الباحث ان التباين في خصائص الوحدات الأرضية يتناقص على المتغيرات الألفية الذكر يعكس التباين الإقليمي والمحلي في التكوين الصخري، والعمليات الجيومورفولوجية والتطور الجيومورفولوجي والتربة والخصائص الأيكولوجية.

جدول رقم (٦) المتغيرات المستخدمة في اختبار التباين بين الأصناف الأرضية

مصدر البيانات	المتغيرات
القياس الميداني لقطاعات الانحدار، الخرائط الطبوغرافية (١ : ٥٠٠٠٠)	١. متوسط الانحدار (بالدرجات) Mean Slope
الخرائط الطبوغرافية (١ : ٥٠٠٠٠)	٢. الارتفاع الأعظمي (بالمتر) Mex. Relief
الخرائط الطبوغرافية (١ : ٥٠٠٠٠)	٣. الارتفاع الوسطي (بالمتر) Mean Elevation
الصور الجوية (١ : ٦٠٠٠٠)	٤. كثافة التصريف المائي (متر/كيلومتر مربع)
الخرائط الطبوغرافية (١ : ٥٠٠٠٠) والصور الجوية (١ : ٦٠٠٠٠)	٥. تكرار الانحدار (العدد / كم ²)
تحليل قطاعات الانحدار باستخدام أسلوب الوحدات الأمثل	Slope Reversal
	٦. التقوس القاعدي للمنتحدر (درجة / ١٠٠)
	٧. التقوس العلوي للمنتحدر (درجة / ١٠٠ متر)
	٨. النسبة المئوية للرمل (%)
	٩. النسبة المئوية للطين (%)
التقارير والدراسات السابقة**	١٠. النسبة المئوية للطين (%)
	١١. النسبة المئوية للحصى (%)
	١٢. النسبة المئوية للحصى الكبير Gobbles (%)
	١٣. النسبة المئوية للجلايمد Boulders (%)
	١٤. النسبة المئوية للأرض العارية من التربة Bare (%)
القياس والمسح الميداني	

*. انظر : فرحان، يحيى، ١٩٨٣، مورفولوجية المنحدرات في مناطق مختارة من وسط الأردن، نشر بدعم جامعة اليرموك، عمان، ١٣١ صفحة.

** تقارير غير مطبوعة عن خصائص التربة في القيعان الصحراوية (الديسي، والحريم، والغال، وسهل ابو صوانة) في جنوب الأردن، دائرة الحراج، وزارة الزراعة، عمان.

Dead Sea and Red Sea : Significance for origin of evaporites. The Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull. 55 (4), 581-592.

Gruneberg, F., 1966, Op. Ctl.

Moormand, F., 1958, Op. Cit.

Rowe, J.S., and Sheard, J.W., 1981, Ecological land Classification: A survey approach. Environmental Mamage, emt. 5 (5), 1981, 451-464.

Stachell, J.E., Mountford, M.D., and Brown, W.A., 1981, A Land classification of the United Arab Emirates. Jour. of Arid Environment, 4, 275-285.

ولاختبار فرضية وجود تباين معنوي بين الوحدات الأرضية والنظم والاقاليم الأرضية، اخضع الباحث مصفوفة الوحدات الأرضية وخصائصها (14×94) إلى التحليل العاملي Factor analysis والتحليل التمييزي Discriminant analysis. ويهدف التحليل العاملي إلى اختزال المتغيرات التي تمثل خصائص الوحدات الأرضية إلى عدد محدود من العوامل المستقلة التي يرتبط كل منها بمجموعة محددة من تلك المتغيرات. ويتم تمثيل المتغيرات التي ترتبط ارتباطاً كبيراً من العوامل على هيئة مجموعة من المتجهات Vectors تمثل أطوالها ما يسمى بالتشبعات Loadings. ويمكن التعرف على خصائص أحد العوامل من خلال المتغيرات ذات التشبع الأكبر على ذلك العامل. وبعد التوصل إلى العوامل وتشبع المتغيرات عليها، يتم حساب الدرجات العاملية Factor scores لكل وحدة أرضية وذلك بضرب قيم تشبعات العوامل في قيم البيانات الأصلية في المصفوفة (١٣).

و بتطبيق التحليل العاملي على مصفوفة الأنماط الأرضية التي تمثل منطقة الدراسة اختزلت المتغيرات الأصلية الأربعة عشر إلى أربعة عوامل فسرت ٨٢٪ من التباين بين الوحدات الأرضية، بينما فسرت العوامل الباقية أقل من ٨٪ من التباين الكلي ولذلك تم إهمالها من التحليل الرقمي. و يبين الجدول (٧) مساهمة كل عامل على حدة، بينما يوضح الجدول (٨) أهمية كل متغير بالنسبة لكل عامل بناء على قيم تشبعات العوامل.

جدول - ٧ -

مساهمة كل عامل في تفسير التباين بين الوحدات الأرضية

العامل	مساهمة العامل (٪)	المجموع التراكمي (٪)
الأول	٤٣٫١	٤٣٫١
الثاني	٢٠٫٣	٦٣٫٤
الثالث	٩٫٦٤	٧٣٫٠٤
الرابع	٨٫٩٦	٨٢٫٠٠

وقد فسر العامل الأول ٤٣٪ من التباين بين الوحدات الأرضية، بينما فسر العامل الثاني والثالث والرابع ٢٩٪ من ذلك التباين. وباختبار تشبعات العامل الأول على المتغيرات الواردة في الجدول (٨) ارتباطه بالانحدار والارتفاع الأعظمي والوسطى وكثافة التصريف

١٢. Cattle, B., 1965, Factor analysis: Introduction to essentials, Biometrics, 21, 190 - 215 and 405-435.

جدول (٨) تشعبات العوامل

المتغيرات	العامل الأول (الخصرس)	العامل الثاني (المورفولوجيا)	العامل الثالث (نسج التربة)	العامل الرابع (الحصى الكبير والجلاميد)
متوسط الانحدار	* ٩٢٪	٣١ر	١٧ر	٠٧ر
الارتفاع الاعظمي	* ٨١ر	١٤ر	٠٩ر	١١ر
الارتفاع الاوسطي	* ٧٦ر	٢٦ر	١٣ر	١٥ر
كثافة التصريف المائي	* ٦٩ر	٠٨ر	٣٢ر	١٩ر
تكرار انعكاس الانحدار	* ٦١ر	* ٦٣ر	٢٢ر	٢١ر
التقوس القاعدي	٣٢ر	* ٥٦ر	٢٥ر	١٧ر
التقوس العلوي	١١ر	* ٤٩ر	١٦ر	٠٨ر
الرمل (%)	٢٨ر	٢٩ر	* ٧٦ر	١٦ر
الغرين (%)	٢٥ر	٢٦ر	* ٥٤ر	٠٥ر
الطين (%)	١٦ر	١٦ر	* ٦١ر	١٢ر
الحمصاء (%)	١٥ر	٠٤ر	* ٦٤ر	١٤ر
الحصى الكبير (%)	٩ر	٤١ر	١١ر	* ٧٢ر
الجلاميد (%)	٠٥ر	١٤ر	٣٠ر	* ٧٥ر
عاري من التربة (%)	٢ر	٠٨ر	١٤ر	* ٧٨ر

* المتغيرات التي لها ارتباط كبير بالعوامل.

المائي وتكرار انعكاس الانحدار، ولذلك اطلق على هذا العامل اسم «عامل التضرس». من جهة اخرى ارتبط العامل الثاني ارتباطاً كبيراً بالمتغيرات التي تعكس مورفولوجية الوحدات الأرضية كالتقوس القاعدي Basal curvature، والتقوس العلوي Crest curvature، وتكرار انعكاس الانحدار، وبالتالي يمثل هذا العامل «مورفولوجية» الاصناف الأرضية.

ويبدو من تشعبات العامل الثالث ارتباطه بالمتغيرات الخاصة بنسج التربة مما يبرر تسميته بعامل «نسج التربة». وهذا يؤكد العلاقة الوثيقة بين خصائص الموضع المورفولوجية وخصائص التربة Soil-Site relationship. وقد ارتبط العامل الرابع بالمتغيرات التي تعكس خصائص الوحدات الأرضية من حيث كونها عارية من التربة بسبب شدة ميلها واكتساح الأمطار المركزة للمفتحات الناجمة عن التجوية أولاً بأول، او التي تتميز بوجود جيوب او غطاءات متفرقة من الحصى والجلاميد.

يتضح من التحليل العائلي ان العوامل الأربعة تفسر وبشكل منطقي الخصائص التضرسية. والمورفولوجية والتربة والمفتحات والجلاميد التي تميز الوحدات الأرضية في

منطقة الدراسة والتي يمكن الاعتماد عليها في اجراء تصنيفات ارضية. وبالتالي اخضعت مصفوفة الدرجات العاملية Factor scores للانصاف الأرضية (الأقاليم الأرضية، والنظم الأرضية، والوحدات الأرضية) للتحليل التمييزي لاختبار التباين بين الأقاليم الأرضية، والتباين بين النظم الأرضية، وتباين الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي. او بمعنى آخر اختبار مدى صحة تفسير الصور الجوية والتحقق الميداني والانصاف الأرضية الناتجة. كذلك يكشف هذا النوع من التحليل عن العوامل المميزة Discriminating factors ويحولها إلى دالات تمييزية Discriminating functions وهي المسؤولة عن تفسير التباين او الفوارق بين الانصاف الأرضية المختلفة. بعدها تحسب تشعبات الدالات التمييزية بالعوامل وتحسب الدرجات التمييزية Discriminant scores لمجموعات الانصاف الأرضية وتوقع على محاور متعامدة للتأكد من تباعد وانفصال مجموعات الانصاف الأرضية عن بعضها البعض. و يعبر عن انفصال او تباعد مجموعات الانصاف الأرضية عن بعضها البعض بما يسمى بالمسافة المعممة Generalized distance او مسافة ماهارنوبس Mahalanobis D2. و يستخدم اختبار F في التحليل التمييزي لفحص الدلالة الاحصائية او معنوية تفسير الدالات التمييزية بين مجموعات الانصاف الأرضية (١١).

أ - التباين بين الأقاليم الأرضية :-

اختبر الباحث في التحليل الأول التباين بين الأقاليم الأرضية، حيث تم تحويل المصفوفة الأصلية (٩٤ × ١٤) إلى اربعة مصفوفات تمثل الأقاليم الأرضية والوحدات الأرضية التي تكون منها. وقد اثبت التحليل وجود فوارق بين الأقاليم الأرضية الاربعة. اذ فسرت الدالة التمييزية الاولى والثانية ٥٤٪ و ٢٠٪ من التباين على التوالي. وكانت قيمة F المحسوبة ذات معنوية عالية وبحدود ثقة ٩٥٪. وبتوقع الدرجات التمييزية لأفراد مجموعات الانصاف الأرضية (الأقاليم الأرضية) على المحاور المتعامدة (شكل ١٤، ب) ظهرت الأقاليم الأرضية الاربعة منفصلة تماماً عن بعضها وبالتالي امكن قبول تكون منطقة الدراسة من اربعة اقاليم لرضية.

ب - التباين بين النظم الأرضية :-

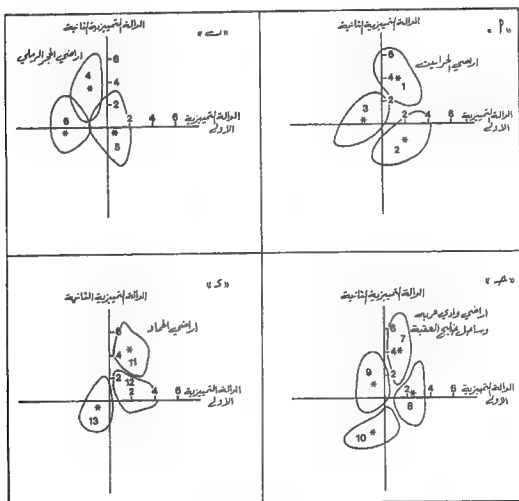
استخدمت جميع البيانات الخاصة بالنظم الأرضية الثلاثة عشر في التحليل التمييزي. وكانت قيمة F المحسوبة ذات معنوية عالية وبحدود ثقة ٩٥٪. وقد فسرت الدالة التمييزية الاولى والثانية ٦٥٪ و ١٥٪ من التباين على التوالي مما يؤكد وجود فوارق احصائية معنوية

Sneath, P.H., A. and Sokal, R.R., Numerical Taxonomy, Freeman, San Francisco, CA, (1973), 573 pp.
Nie, N.H., Hull, C.H., Jenkins, J.G., Steinbrenner, K., and Bent, D.H., SPSS : Statistical Package for the Social Sciences, McGraw- Hill, (1975), 434 - 467.



شكل (٤) : تباين الافاليم والنظم الارضية

بين النظم الأرضية في الأراضي الجرانيتية وأراضي الحماد وأراضي وادي عر با وأراضي الحجر الرملي منفصلة عن بعضها (شكل ١٥، ب)، إلا أن النظم الأرضية المتطورة عن الحجر الرملي ظهرت متداخلة قليلاً، ويرجع ذلك إلى التشابه النسبي في الأنماط الأرضية في مناطق الحجر الرملي الكامبري والأردوفيشي والسيلوري التي يغطي عليها أشكال الانسليرج والكدوات والقارات وقباب التقشر والأبراج الصخرية بالرغم من وجود اختلافات محلية في مورفولوجية السفوح والرواسب السفحية بسبب الاختلافات الصخرية المحلية وتباين تأثير تلك الأشكال بالصدوع والمفاصل والشقوق بمستوياتها المختلفة. كذلك لوحظ اقتراب نظام الخبرات والسبخات في وادي عر به من النظم الأرضية المتطورة عن صخور الحجر الرملي (شكل ٤، ب)، مما يؤكد مرة أخرى وجود مقدار واحد أدنى من التناظر بين تلك النظم والوحدات الأرضية التي تتكون منها.



شكل (٥): تباين الوحدات الأرضية في النظم الأرضية المختلفة

ج-تباين الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي :-

بالرغم من ان الاختبارات الاحصائية الأنفة الذكر قد أثبتت وجود فوارق احصائية معنوية بين الأقاليم الأرضية وبين النظم الأرضية، الا ان الجوانب العملية والتطبيقية في تصنيف وتقييم الاراضي تتطلب التأكد من مدى صحة وجود فوارق احصائية معنوية بين الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي، على اعتبار ان الوحدة الأرضية او الشكل الارضي Landform (الوحدة التصنيفية الأساسية) يمثل انسب وحدة لأغراض تطویر الاراضي وادارتها The most appropriate manageable terrain unit. ولذلك اخضعت الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي للتحليل التمييزي.

ويبين الشكل (١٥، ب، جـ د) نتائج التحليل بعد توقع الدرجات التمييزية للوحدات الأرضية على المحاور المتعامدة، حيث ظهرت الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى النظم الأرضية الجرانيتية (الاراضي تحتاتية شديدة التضرس، واراضي غرابن الجليفي) متباينة. وكانت قيمة F ذات معنوية عالية وبحدود ثقة ٩٩٪. وقد فسرت الدالة التمييزية الأولى ٧٢٪ من التباين، بينما فسرت الدالة التمييزية الثانية ١٦٪ من التباين، اما بالنسبة للوحدات الأرضية التي تتكون منها النظم الأرضية في اراضي الحجر الرملي (الكامبري والاوردوفيشي والسيلوري)، فقد ظهرت بينها فوارق معنوية، وبحدود ثقة ٩٥٪، الا ان انفصالها لم يكن تاماً بسبب التشابه النسبي بين بعض الوحدات الأرضية في تلك النظم وبخاصة مورفولوجية سفوح البيديمنت، والاراضي المستوية التي تغطيها الغرشات الرملية او الحصوية او الحماد، واسطح الخبرات والسبخات، وبطون الأودية. وقد فسرت الدالة التمييزية الأولى ٦٢٪ من التباين الكلي، بينما فسرت الدالة التمييزية الثانية ١٣٪ من ذلك التباين.

وقد اظهرت النتائج ايضاً فوارق واضحة جداً بين الوحدات الأرضية في نظام اراضي وادي عربية وساحل خليج العقبة، حيث ظهرت الوحدات الأرضية متميزة ومعنوية عالية (حدود الثقة ٩٥٪). وقد فسرت الدالة التمييزية الأولى والثانية ٥٤٪ و ٣٢٪ على التوالي. كذلك ظهرت فوارق عالية (حدود الثقة ٩٥٪) بين الوحدات الأرضية التي تتكون منها نظم اراضي الحماد وظهرت مجموعاتها في النظم الأرضية الثلاثة منفصلة عن بعضها البعض تماماً.

ومن الناحية العملية يؤكد الاختبار الاحصائي السابق صحة النظم الأرضية والوحدات الأرضية التي تم تحديدها من الصور الجوية والتحقق الميداني اللاحق. وبالتالي يمكن اعتبار المجموعات الوحدات الأرضية في منطقة الدراسة وحدات متجانسة في خصائصها لأغراض التطوير واستعمالات الاراضي. ونظراً للتباين الواضح بين النظم الأرضية، فان تحديد خصائص أخرى للوحدات الأرضية تناسب اغراضاً متعددة (هندسية او زراعية او عسكرية) يترتب عليه وجود تباين معنوي بين الوحدات الأرضية المختلفة. وتساعد هذه النتائج على

تحسين امكانات التنبؤ بخصائص الموضع Site conditions بمجرد معرفة خصائص وحدات ارضية مشابهة في منطقة اخرى.

د - القناظر بين النظم الارضية Analogies between terrain system :

يعتمد المفسر عند استخدامه للأساليب المتقدمة في تفسير الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية لأغراض تصنيف الأراضي على ما يعرف بأسلوب النظائر الأرضية Terrain analogues في اشتقاق خصائص الأصناف الأرضية العلاقات الوظيفية استناداً إلى دراسات سابقة عن مناطق تشبه المنطقة قيد البحث. وتخزن النظائر الأرضية عادة في دماغ المفسر المتخصص على شكل تراكيب ذهنية Mental constructs تتضمن نموذجاً يمكن بواسطته فهم العلاقات الثنائية بين الخصائص الطبيعية للأرض، والمعرفة الجزئية (على الأقل) للعلاقات الوظيفية المختلفة بين الأصناف الأرضية. وبالرغم من ذلك فقد ينجح المفسر دائماً في التنبؤ بالخصائص الطبيعية لظاهرة أرضية في الصورة بمقارنتها مع النظير الا إذا تمت بخبرة عملية في ميدان تفسير الصور الجوية والمسح الميداني الذي يخص الظاهرة التي يفسرها (١٥).

وقد قام بيرين وميتشل Perrin and Mitchell (١٦) في هذا الصدد بدراسة قيمة تساعد على اختيار افضل النظائر الأرضية للمقارنة عند القيام بمسوحات ارضية في المناطق القاحلة. وقد زودت تلك الدراسة ولأغراض تطبيقية بوصف شامل للأصناف الأرضية على شكل جداول يرافقها زوج متتابع من الصور الجوية (يمكن تجسيمه باستعمال ستيريوسكوب الجيب)، وصور فوتوغرافية ارضية، ومجسم يبين الوحدات الأرضية. وتمثل تلك الوثيقة الهامة ما يمكن تسميته بدليل النظائر الأرضية Analogous terrain key (١٧). ولا يمكن استعماله بنجاح الا من قبل اختصاصي متميز في جيومورفولوجية المناطق القاحلة، ومتمرس في الدراسة الميدانية المحلية والعالمية.

ولتلبية المتطلبات العملية لتطوير الأراضي في منطقة ما، فانه من الضروري معرفة

١٥. Townshend, T.R.G., 1981, Image analysis and interpretation for land resources survey, In : Townshend, J.R.G., (ed.), Terrain analysis and remote sensing, George Allen & Unwin, London, 59-108.
Vink, A., Verstappen, H., and Boon, P., 1964, Some methodological problems in interpretation of aerial photographs for natural resources surveys. ITC Publ., Series B, No. 32.

Perrin, R.M.S., and Mitchell, C., 1969, An appraisal of physiographic units for predicting site conditions in arid areas. 2 vols. MEXE Rept. No. 11, Christchurch, England.

Estes, J.E., and Simonett, D., 1975, Fundamentals of image interpretation, In: Reeves, R.G., (ed.), Manual of remote sensing, ASP, Virginia, 869 - 1076.

مقدار التناظر بين الوحدات الأرضية التي تتكرر في النظم الأرضية المختلفة (١٨). اذ يفيد التناظر في تقييم القدرات الزراعية لبعض الوحدات الأرضية، وكذلك تقدير حاجاتها لاجراءات الصيانة وإدارة الأراضي، وتقدير أخطار الفيضانات. ويمكن الاستفادة من التناظر في خصائص الوحدات الأرضية في المساعدة على اختيار مواضع المستوطنات البشرية وتشديد الطرق الصحراوية. وأخيراً فإن معرفة العمليات الجيومورفولوجية السائدة على الوحدات الأرضية يشكل المدخل الأساسي في إدارة البيئة في المناطق القاحلة (١٩).

ومن هذا المنطلق يمكن اعتبار الوحدات الأرضية النهائية كخلايا Pigeon holes أساسية لتوفير المعلومات اللازمة لتطويع استعمالات الأراضي وتقييم الأخطار البيئية. ومن المهم في هذا المجال تطوير الخبرات (أو القدرات) على ربط بعض المعلومات المفيدة للأغراض التطبيقية والتي تميز وحدة أرضية في نظام أرضي معين لنظائرها التي تتكرر في نظام (أو نظم) أرضي آخر في مكان ما. وعموماً يوجد ثلاثة درجات من التناظر بين الوحدات الأرضية يتناقص فيها مقدار التناظر تدريجياً من (٧٠) النمط الأول وحتى النمط الثالث، وهذه الدرجات هي :-

١. التناظر الأول وهو النمط الذي تتميز به نظاماً أرضية متشابهة في تكوينها الجيومورفي، وتقع ضمن نطاق مناخي واحد بغض النظر عن مواقعها وتغطي الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى تلك النظم نفس الترتيب بسبب تناظرها الشديد في خصائصها.
٢. التناظر الثاني وهو الذي يظهر بين الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى نظم أرضية متطورة من نفس الصخور ولها نفس الخصائص المناخية. ويتم تمييز تلك الوحدات الأرضية بإعطاءها أرقاماً ثانوية.
٣. التناظر الثالث وهو ذلك الذي يوجد بين الوحدات الأرضية التي تتميز بخصائص مناخية واحدة، ولكنها تنتمي إلى نظم أرضية تختلف في خصائصها الصخرية. ويسود هذا النوع من التناظر منطقة الدراسة الحالية بسبب سيادة نوع واحد من المناخ الجاف من طراز BWh (باستثناء منطقة صغيرة حول رأس النقب حيث يظهر مناخ سهبي من طراز BSh).

Mitchell, C., 1978, Op. Cit, p. 289.

١٨.

Schick, A., 1979, Op. Cit, 351 - 360.

Stablein, G., 1979, Geomorphological models as a tool for environmental studies, Geo Journal, 3 (4), 379 - 385.

Golany, G., 1976, Site selection : process, Criteria, and method. In: Golany, G., (ed.), New-Town Planning : Principles and Practice, Wiley, New York, 60 - 97.

-----, 1981, Arid zone settlement site selection:

The case of Egypt. Ekistics, 48 (291). 456 - 466.

Mitchell, C., and Howard, J., 1978, p. 8.

٢٠.

واباً كان الأمر يجب ان يكون الباحث حذراً في التنبؤ بخصائص الوحدات الأرضية من نظائرها (من خلال تفسير الصور الجوية فقط) لأغراض تطویر الاراضي وصيانة التربة وتخطيط استعمالات الأرض. و يتطلب توفير المعلومات الموثوق بها المعرفة الميدانية الجيدة لمنطقة الدراسة (بالإضافة إلى الخبرة في تفسير الصور الجوية)، وكذلك توافر الحد الأدنى من المعرفة الميدانية للمناطق النظرية.

ويمكن التعرف إلى التناظر بين الوحدات الأرضية المتكررة في النظم الأرضية المختلفة باستخدام جداول الارتباط الشاملة Comprehensive scheme of correlation المعروفة في هذا المجال. و يبين الجدول (٩) نماذج من الوحدات الأرضية المتكررة في نظم أرضية مختلفة في منطقة الدراسة. و يتضح من اختبار الجدول وجود تناظر واضح بين الوحدات الأرضية (أ - ز) في النظم الأرضية المختلفة والتي تتباين في خصائصها الصخرية. ولكن تتشابه التكوينات الصخرية للنظم الأرضية كما هو الحال في صخور الحجر الرملي المختلفة.

وتساعد الصور الجوية في معرفة التناظر بين الوحدات الأرضية في النظم الأرضية المختلفة بسهولة وبسرعة متناهيتين وذلك بمقارنة الأنماط الفوتوغرافية، واللون والنسيج، وانتظام الأشكال خلال الأنماط الفوتوغرافية الكلية والتي يمكن بواسطتها تمييز النظم الأرضية المجاورة. ومن الجدول (٩) الموضح أعلاه يمكن الكشف عن بعض التناظر بين الوحدات الأرضية في النظم الأرضية المختلفة. فالتناظر مثلاً واضح بين الخبرات والسبخات المتواجدة في وادي عربة والمتطورة في رواسب الرباعي، والخبرات والسبخات في صخور الحجر الرملي الكامبري والوردوفيشي، وكذلك بين سفوح الحضيض الحثية في الاراضي الجرانيتية وازاضي الحجر الرملي. كما ان التناظر واضح جداً بين سفوح الحضيض المتطورة في صخور الجرانيت البلاجيوكليزي والتي تأخذ لوناً ابيضاً ونمطاً فوتوغرافياً فاتحاً في الصور الجوية، وسفوح الحضيض المتطورة في صخور الحجر الرملي الوردوفيشي الاسفل (O_1) والتي تأخذ ايضاً لوناً ونمطاً فوتوغرافياً مشابهاً في الصور. وبالمثل وجد تناظر واضح بين المراوح الفيضية المتلاحمة (البهادا) المتواجدة على جانبي الظهر الجرانيتي في وادي عربة ومنخفض القوية. وكذلك سفوح البيد يمنت الصخرية المتطورة في الحجر الرملي الوردوفيشي الاسفل (O_1) في منخفض القوية، والحجر الرملي الوردوفيشي الاعلى (O_4) في سهل ابو صوانة وصخور الجرانيت البرجيوكليزي غربي القوية.

جدول - ٩ -

يوضح الارتباط بين نماذج من الوحدات الأرضية
في النظم الأرضية المختلفة

ارقام الوحدات الأرضية	١ - القيعان والخبرات والسيخات
21.10	١. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج
22.2.3, 22.1.13	٢. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي
42.2.3 - 42.2.1	٣. نظام الخبرات والسيخات في إقليم اراضي وادي عربة
	ب - سفوح الحضيض
10.1.5	١. نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس
10.2.4	٢. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس
22.1.7	٣. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي
33.3.2	٤. نظام اراضي الحجر الرملي الكرب
	ج - المرواح الفيضية / الجهادا
10.1.6	١. نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس
10.2.5	٢. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس
10.3.7	٣. نظام اراضي غرابن الجليف
21.1.5-7	٤. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج
22.1.9	٥. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي
	د - البيد يمنت
10.2.6	١. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس
21.5-7	٢. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج
22.2.7, 22.1.8	٣. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي
23.4	٤. نظام اراضي الحجر الرملي السيلوري
	هـ - الاسطح العليا المستوية وشبه المستوية
10.2.1	١. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس
10.2.1	١. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس
10.3.1	٢. نظام اراضي غرابن الجليف
21.1	٣. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج
22.2.1, 22.1.1	٤. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي

- 23.1 ٥. نظام اراضي الحجر الرملي السيلوري
- 42.4.3 ٦. نظام اراضي ساحل العقبة
- 33.1.1=2 ٧. نظام اراضي الحجر الكلسي الايكونو يدي
- و- سفوح الهشيم والجلاميد الصخرية
- 10.1.7 ١. نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس
- 21.1.3 ٢. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسبرج
- 22.2.6, 22.1.6 ٣. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي
- ز- الأشكال الرملية
- 21.9 ١. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسبرج
- 22.2.8, 22.1.12 ٢. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي
- 42.3.1-4 ٣. نظام الاراضي الرملية (وادي عربة)

٤. التقييم الجيومورفولوجي للوحدات الأرضية لأغراض التنمية :-

يغفل المخططون في كثير من الاحوال أهمية البيانات الجيومورفولوجية كمداخلات اساسية في عملية تخطيط التنمية الاقليمية. ويرجع ذلك الى عدم ادراك المخططين - وبخاصة مخططي المدن - للخصائص الجوهرية للبيئة الطبيعية، بدليل انهم لا يعملوا تفكيرهم في قوى الطبيعة الا في حالات محدودة فقط كما هو الحال عند وقوع كوارث بيئية فجائية كالزلازل او الجفاف او الفيضانات. ونادراً ما يقيم المخططون الطبيعة الديناميكية لسطح الأرض بما في ذلك أيضاً العمليات الجيومورفولوجية كانهجاف التربة وتدهور نوعيتها، وتزايد معدلات الارساب في السدود، وتمدد وانكماش الترب الطينية وما لهما من تأثير على الخطط التنموية بشكل او آخر. ويقود هذا إلى التعميم بأن المخططين لا يدركوا في الواقع الأهمية التطبيقية للجيومورفولوجيا ودورها في تحسين مستوى البرامج التخطيطية وانجاحها. اذ ان اي تغييرات تطرأ على الوسط البيئي من جراء تنفيذ الخطط التنموية قد يؤدي إلى فشل مشاريع التنمية، مما يجعل المخطط - وبدون قصد - احد ادوات الفشل في عملية التخطيط.

* لمزيد من الاطلاع يمكن الرجوع إلى :-

- Cooke, R.U., 1978, Applied geomorphological studies in deserts : a review of examples. In : J.R. Hails (ed.), Applied geomorphology, Elsevier, 183-225.
 Cooke, R.U., Goudi, S.A., and Doornkamp, 1978, Middle East - review and bibliography of geomorphological contributions. Q.J. Eng. Geol., 11, 9-18.
 Doornkamp, J.C., Brunson, D., Jones, D.K.C., Cooke R.U., and P.R. Bush, 1979, Rapid geomorphological assessment for engineering. Q.J. Eng. Geol., 12, 189-204.

و يفرض هذا الاتجاه أهمية ضرورة ادراك المخططين لدور الجيومورفولوجيا عند صياغة الخطط التنموية، او بمعنى آخر يجب ان يدرك المخطط كيف، ولماذا، ومتى تتضمن عملية التخطيط المدخلات الجيومورفولوجية وغيرها من علوم الارض، وكيفية التعامل مع الأخطار البيئية وتقييم الموارد الأرضية واستغلالها بصورة سليمة. وفي النهاية وكما يقول دورنكامب Doornkamp (١٧) كيف يتجنب المخطط أثناء التخطيط ايجاد منظومة من النتائج السلبية التي تتحرك باستمرار ضمن النظام البيئي.

أوضحنا فيما سبق كيفية استخدام أساليب البحث الجيومورفولوجي وتحليل الأشكال الأرضية في تصنيف اراضي منطقة الدراسة إلى وحدات أرضية تم تمثيلها في خارطة (شكل ١٢ هـ)، وعدد من المقاطع المختارة (شكل ٣) تبين تكرار الوحدات الأرضية في المنطقة. وسنعرض هنا عملية تقييم الوحدات الأرضية ونتائجها للأغراض التنموية بناء على الموارد الأرضية المتوافرة وقابلية الوحدات الأرضية على التعرض للأخطار البيئية المختلفة. من الناحية التطبيقية يمكن لهذا النوع من التقييم اعادة عملية التخطيط قبل عملية التقييم والتطوير، وأثناء أو بعد عملية التطوير.

قبل عملية التنمية او اقامة المشاريع المختلفة، يكون من الضروري معرفة الأصناف الأرضية وخصائصها ونظائرها المتكررة على نحو ما اوضحنا آنفاً، وكذلك معرفة العمليات الجيومورفولوجية الراهنة كالتعرية المائية والهوائية، والتجوية واستقرارية السفوح، والأخطار البيئية عليها والتي ثبت بأنها تؤثر على أنشطة الانسان واستعمالات الأراضي سواء الحضرية او الريفية او الصناعية او المواصلات (١٨) مما سيكون له مغزى في ادارة البيئة. من جهة أخرى تساعد معرفة طبيعة الموارد الأرضية ومواقعها والأخطار البيئية المتواجدة او المستقبلية في اتخاذ قرارات التخطيط الأولية قبل عمليات تطوير الأراضي المختلفة في الجزء الأكبر من منطقة الدراسة من خلال (١٩) :-

- ١ (تحديد المواقع المناسبة وغير المناسبة للأنشطة التنموية ضمن مدى احتمالات وابدال مختلفة. اضافة إلى تحليل خصائص البيئة في المواقع المختارة مما يساعد على استغلال موارد البيئة بجدوى اقتصادية وفعالية عاليتين.
- ب (تخطيط النمو الحضري بشكل يحافظ على الموارد الأرضية و يمنع تدميرها.

Doornkamp, J.C., 1985, The earth sciences and planning in the third World, ٢١
Liverpool University Press., p. 1.

Doornkamp, J.C., 1985, Op. Cit., p. 37.

٢٢.

Cooke, R.U., Brunsden, D., Doornkamp, J.C., and D.K.C. Jones, 1985, Urban
geomorphology of dry lands. Oxford University Press, p. 37 - 38.

٢٣.

Cooke, R. U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland
urban areas. Zeit für Geomorph., 44, 119 - 128.

- ج) معرفة وتقييم الموارد الأرضية اللازمة للتطوير المستقبلي.
- د) تخفيف الآثار غير المرغوبة والناجمة عن التطوير، وتقليل تأثيراتها على الخصائص الجيومورفولوجية للمواقع الأرضية المختارة.
- هـ) التنبؤ باستجابة سطح الأرض للمواقع المختلفة لعمليات التطوير.
- و) تقييم الآثار والأخطار الجيومورفولوجية على المجتمع الحضري والريفي.

ومن المزايا الأخرى التي يوفرها المسح الجيومورفولوجي الوثائق الكرتوغرافية والمعلومات الأخرى التي يمكن للمخططين الاستفادة منها إما مباشرة، أو باشتقاق خرائط وبيانات أخرى، علاوة على أنها تشكل الأساس اللازم للقيام بدراسات ومسوحات تفصيلية لاحقة تنفيذ في تنفيذ مايلي: -

- أ) وضع الخطة الهيكلية للمدينة واستعمالات الأراضي بناء على المؤشرات الجيومورفولوجية التي توضحها الخرائط الجيومورفولوجية التفصيلية.
- ب) تخطيط الموقع وتطويرة Site planning and development وتوجيه تخطيط المدينة واستعمالات الأراضي في ضوء استقرارية الوحدات الأرضية المختلفة في منطقة التطوير.
- ج) وضع مواصفات للتخطيط والبناء مثل تركيز مواقع أخذ عينات التربة والصخر في وحدات أرضية محددة أو أجزاء منها، واختصار نفقات أخذ العينات أثناء مرحلة اختبار الموقع بناء على معطيات الخارطة الجيومورفولوجية (٧٤).

أما أثناء أو بعد عملية التطوير، يمكن لمثل هذه الدراسات توضيح تأثير العمليات الجيومورفولوجية على المجتمع الحضري، وبالمقابل تأثير النمو أو التطور الحضري على الوسط البيئي أو الوحدات الأرضية*. وبمعنى أدق يمكن معرفة النتائج السلبية للنمو الحضري غير

* ٧٤. للتفاصيل انظر: -

Cooke, R.U., et al., 1985, Ibid, 51 - 58.

* يمكن الاطلاع على الحالات الدراسية التي طبقت فيها المسوحات الجيومورفولوجية في دراسة الموارد الأرضية وأخطار الفيضانات على: -

Doornkamp, J.C., Brunson, D., and D.K.C. Jones (eds.), 1980, Geology, geomorphology, pedology of Bahrain. GeoBooks, Norwich.

Bush, P., Cooke, R.U., Brunson, D., Doornkamp, J.C., and D.K.C. Jones, 1980, Geology and geomorphology of the Suez city region, Egypt., Jour. of Arid Environment, 3, 265-281.

Stewart, R., 1981, The development of the city of Suez. Third World Planning Review, 3, (2), 179-200.

Cook, R.U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland urban areas. Zeit für Geomorph., 44, 119-128.

Jones, D.K.C., 1980, British applied geomorphology : an appraisal. Zeit für Geomorph., 36, 48 - 73.

المخطط وتقييمها بهدف الحد من آثارها أو وقفها تماماً. ومن خلال تلك الأهداف يسعى المخططون إلى :-

- ١ () تقليل أو تخفيف المردود البيئي للتنمية.
- ب () تطوير بنوك معلومات محلية ومكانية وزمانية خاصة بدراسات مراقبة البيئة للتنبؤ بالتغيرات المستقبلية التي يمكن أن تظهر على الوحدات الأرضية المختلفة.
- ج () استمرار تعديل الخطط والتنظيم الإداري، واتخاذ الإجراءات المناسبة لتحقيق التوافق بين التنمية وخصائص الوسط البيئي والانسجام في إدارة البيئة (٢٠).

استخدم في الدراسات السابقة الخاصة بتقييم الموارد الأرضية والأخطار البيئية في المناطق الجافة لأغراض التنمية سواء في الصحارى العربية أو غيرها (٢١) عدد كبير من المتغيرات التي تعبر عن نوعية الأرضية وطبيعة ودرجة الأخطار البيئية. وقد اختير من تلك المتغيرات مجموعة يشيع تواجدها في منطقة الدراسة وذلك بناء على مسوحات الموارد الأرضية والأخطار البيئية المتوافرة والملاحظات الميدانية. و يبين الجدول (١٠) المتغيرات المستخدمة في الدراسة الراهنة.

بعدها تم إنشاء المصفوفات الأولية لأغراض التحليل على مرحلتين :-

المرحلة الأولى تم فيها معرفة تواجد أو عدم تواجد الموارد الأرضية في كل وحدة أرضية، وكذلك تواجد أو عدم تواجد مشكلة بيئية معينة. إضافة إلى معرفة امكانية ظهور مشكلة بيئية محددة مستقبلا أو عدم امكانية ظهورها في كل وحدة أرضية. ثم حولت تلك المعلومات إلى مصفوفتين وهما مصفوفة المتغيرات الألفة الذكر Dummy variables matrix (جدول ١٠)، تختص المصفوفة الأولى بالموارد الأرضية وهي ذات ابعاد 11×94 (حيث تمثل ٩٤ عدد الوحدات الأرضية، و ١١ عدد الموارد الأرضية)، بينما تختص الثانية بالأخطار البيئية وابعادها 14×94 .

وبدلاً من تحويلها إلى مصفوفات وصفية باعطاءهما رموزاً هندسية تعبر عن شدة الأخطار البيئية، ووفرة الموارد الأرضية أو ندرتها في كل وحدة أرضية (٢٢)، قام الباحث بتحويل المصفوفات الوهمية إلى مصفوفات رقمية باستخدام مقياساً رقبياً يوضح درجة أو شدة الخطر

٢٥. Cooke, R.U., et al., 1985, Ibid, 40-58.

Cooke, R.U., 1978, Op. Cit, 183-225.

٢٦. Cooke, R.U., et al, 1978, Op. Cit, 9-18.

Doornkamp, J.C., et al., 1979, Op. Cit, 189-204.

٢٧. Cooke, R.U., et al., 1985, Op. Cit, 36-71.

Schick, A., 1979, Op. Cit., 351 - 360.

Cooke, R.U., et al., 1985, Op. Cit., 43-48.

البيئي، ودرجة تواجد أو ندرة الموارد الأرضية. و يتراوح المقياس الرقمي بين (١) و (٥) وذلك على غرار المقاييس التي اقترحها المختصون في تقييم المردودات البيئية impact assessment Environment، والمختصون في تقييم الناحية الجمالية للمظهر الطبيعي للأغراض السياحية (٢٨) و يتضمن هذا المقياس ثلاث درجات هي: خفيف (أو لطيف)، ومتوسط، وشديد بالنسبة للأخطار البيئية، ونادر، ومتوافر نوعاً، ومتوافر بالنسبة للموارد الأرضية وذلك على النحو التالي :-

١	٢	متوسط	شديد
نادر	متوافر نوعاً	متوافر	متوافر

ثم قدرت العلامات الخاصة بكل وحدة أرضية ورصدت في المصفوفتين حسب المقياس الآنف الذكر. وبالرغم من خضوع هذا المقياس للحكم الشخصي بشكل أو بآخر، فقد التزمنا به لعدم توافر مقاييس أفضل، إضافة إلى صعوبة وضع مقاييس أدق في هذا المجال.

تم تجزئة كل مصفوفة إلى أربع مصفوفات تمثل الأولى مجموعة الوحدات الأرضية التي يتكون منها نظم الأراضي الجرائنية. وتشمل الثانية على الوحدات الأرضية التي تتكون منها نظم أراضي الحجر الرملي، وتضم الثالثة الوحدات الأرضية التي يتكون منها نظم أراضي وادي عربة وساحل العقبة، بينما تمثل المصفوفة الرابعة مجموعة الوحدات الأرضية التابعة لنظم أراضي الحماد. وقد اعتبر تصنيف الوحدات الأرضية إلى أربع مجموعات منطقياً بعد أن اثبت الاختبار الاحصائي باستخدام التحليل التمييزي المتعدد تباينها، وبالتالي اصبح الناتج النهائي ثمانية مصفوفات.

اخضعت كل مصفوفة للتحليل باستخدام أسلوب التحليل العاملي Factor analysis من نوع Q-mode حيث تتكون العوامل هنا من تشبعات Loadings الوحدات الأرضية، بينما تكون الدرجات العاملية Factor scores للمتغيرات المختارة. ويهدف هذا الأسلوب الاحصائي إلى الكشف عن كيفية ارتباط الوحدات الأرضية بعدد من المتغيرات سوات تلك المتعلقة بالموارد الأرضية، أو المتعلقة بالأخطار والمشكلات ذات المنشأ الجيومورفولوجي.

Besset, R., 1980, Methods of environmental impact analysis. Jour. of Env. Manage, 2, 27-43.

Clark, B., and K. Chapman, 1979, Environmental impact analysis. In : Lovejoy, E., (ed.), Land use and landscape planning, Leonard Hill, 53 - 82.

Ravinder, K.J., and B.L. Hutchinson, (eds.), 1978, Environmental impact analysis. University of Illinois Press, Urbana, 241 pp.

Canter, L., 1977, Environmental impact assessment, McGraw-Hill, 173-219.

Skutsch, M., and R. Flowerdew, 1976, Measurement techniques in environmental impact assessment. Env. Conserv., 3, 207-217.

جدول رقم (١٠) المتغيرات المستخدمة في الدراسة

المشكلات والاحطار ذات المنشأ الجيومورفولوجية	الموارد الأرضية
١. التعرية المائية	١. الطوبوغرافية / الانحدار
١٠١ - التعرية القنوية وانهيار الضفاف	٢. الوصولية Accessibility
١٠٢ - الجدولة	٣. الحصاء والرمل
١٠٣ - الانجراف الصفيحي	٤. الموارد المائية
٢. الانسحاب المائي	٤٠١ - الامطار
٣. الفيضانات الوامضة	٤٠٢ - المياه السطحية
٤. الانهيارات الأرضية وتدفق الهشيم	٤٠٣ - المياه الجوفية
٥. التعرية الهوائية	٥. قابلية الأرض للاستغلال الزراعي
٥٠١ - تكرار العواصف الغبارية	٥٠١ - الزراعة المطرية
٥٠٢ - التقديرية	٥٠٢ - الزراعة المروية
٥٠٣ - الانسحاب الهوائي	٦. الرعي
٥٠٤ - زحف الرمال	٧. اقامة مشاريع الاسكان
٦. تجوية الاملاح	٨. القيمة الجمالية Scenic value
٧. الاقراط في الجريان السطحي	
وغمز القيعان والسبخات	
٨. الخسف الموضعي	
٩. الدكم بالهدرجة Hydrocompaction	
المجموع: (١٤) مترا	المجموع: (١١) مترا

٤٠١. نمط ارتباط مجموعات الوحدات الأرضية بالموارد الأرضية :-

يتبين من التحليل العاملي ان الوحدات الأرضية الجرائيئية ترتبط بمجموعة كبيرة من المواد الأرضية ولكن بدرجات متفاوتة. وترتبط سلبياً وبمعدلات عالية بالمياه الجوفية (٣٩)، والزراعة المروية (٣٩) فقط. وبالرغم من ارتباطها الايجابي بمتغير الطوبوغرافية (٢١) والوصولية (١٩) فان قيم الدرجات العاملية منخفضة نسبياً (جدول ١١) بسبب نظم التضرس والوعورة والارتفاع، وسيادة بعض الوحدات الأرضية الوعرة كالذري المدببة، والاراضي شديدة الانحدار، والأعراف النافرة والمتوازية، والاراضي الربيئة التي تتميز بالوعورة وصعوبة الحركة عبرها. ولذلك فان الارتباط الايجابي بعامل الطوبوغرافية والوصولية يرجع في الحقيقة إلى تواجد وحدات أرضية لطيفة التضرس

والانحدار، مثل سفوح الحضيض، والمراوح الفيضية، وسفوح البيد يمتد وبخاصة في نظام الأراضي الجرانيتية متوسطة التضرس مثل حوضه الشقيري، ونظام أراضي عرابين الجليف.

نلاحظ أيضاً ارتفاع قيم الدرجات العاملة وارتباطها ايجابياً مع القيمة الجمالية لبعض الوحدات الأرضية (٤١). إذ نجم عن التضرس وتعدد ألوان الصخور الجرانيتية والقواطع تشكل أراض ذات مناظر أخاذة مما يجعلها من الموارد الهامة في التطوير السياحي في المنطقة. من جهة أخرى يتضح انخفاض قيم الدرجات العاملة الإيجابية بالنسبة لبعض الموارد الأرضية كالحصباء والرمل (١٢) بسبب انحصار تواجدتها في المراحل الفيضية. كذلك تنخفض الدرجات العاملة بالنسبة للزراعة المطرية (١٨) بالرغم من ارتفاع معدلات الأمطار النسبي وتكرار حدوث الجريان السطحي. إلا أن ذلك يعد هامشياً لأغراض الزراعة، إضافة إلى أن السطح اما عارياً، او مغطى بتربة فقيرة. ولذلك فإن قيمتها الزراعية تبقى ضعيفة بالرغم من أن بدو المنطقة يخاطرون بزراعة القمح والشعير على سفوح البيد يمتد في حوضه الشقيري وعرابين الجليف. كما يقومون بجمع المياه السطحية في آبار حفرها أسفل سفوح الحضيض، ويطلق عليها البدو اسم «هرابة». وبسبب طبيعة الصخور الجرانيتية وارتفاع كثافة الشقوق التكتونية والنفاذية تنعدم فيها الطبقات الحاملة للمياه. ولذلك ترتبط الوحدات الأرضية هنا سلباً مع المياه الجوفية والزراعة المروية مما يعني فقرها بهذه الموارد.

جدول (١١) الدرجات العاملة للمتغيرات الخاصة بالموارد الأرضية

الموارد الأرضية	أراضي الجرانيت	أراضي الحجر الرملي	أراضي وادي عربة	أراضي الحماد وساحل العقبة
الطوبوغرافية / الانحدار	٢١	٤٢	٤٦	٣٢
الوصولية	١٩	٤١	٤٨	٢٩
الحصباء والرمل	١٢	١٨	٤٣	٠٨٦-
الأمطار	٣٦	١٣	٣٥-	٤٣
المياه السطحية	٣٢	١١	١٦	٢٩
المياه الجوفية	٤٦-	٣٨	٣٨	١٨
الزراعة المطرية	١٨	٩١-	٢٩-	١٨
الزراعة المروية	٣٩-	٢٧	٢٨	٢١
الرعي	١٦	٣١	١٩	٣٤
اقامة مشاريع الاسكان	١٢	١٨	١٦	٣١
القيمة الاجمالية	٤١	٥٣	٢٥-	٩٣-

وترتبط الوحدات الأرضية المتطورة في صخور الحجر الرملي ايجابياً مع جميع المتغيرات (او العوامل) الخاصة بالموارد الأرضية. وترتفع قيم الدرجات العاملة للطوبوغرافية (٤٢)، والوصولية (٤١)، والمياه الجوفية (٣٨)، والزراعة المروية (٣٧)، والرعي (٣١). وتصل القيم اقصاها بالنسبة للقيمة الجمالية (٥٣). وتنخفض القيم الخاصة ببقية الموارد الأرضية بالرغم من ارتباطها الايجابي مع الوحدات الأرضية مما يعني فقر هذه الموارد (جدول ١١). ولذلك تنحصر قيمة هذه الوحدات الأرضية في موارد الناحية الجمالية (لأغراض التنمية السياحية) وتوافر المياه الجوفية شريطة ان تستغل للأغراض المنزلية وليس الزاونة للحفاظ على هذا المورد الحيوي. يلاحظ أيضاً ارتفاع قيم الدرجات العاملة للرعي وهذا شيء طبيعي لسيادة القيعان في اراضي الحجر الرملي، حيث تشكل المزابي (٢٨) (المشارف الخارجية للقيعان) بحكم ظروف التربة والرطوبة مناطق مثالية لنمو النباتات الرعوية في السنوات العميمة مما يرفع من قدراتها الرعوية وامكانات تطويرها، هذا ويمكن تطویر القدرة الرعوية اذا ما استغلت المياه الجوفية لزراعة الأعلاف (فقط) لتدعيم قطاع الرعي في الاقليم.

ويظهر ارتباطاً سلبياً عالياً بين الوحدات الأرضية في وادي عربة وساحل العقبة مع موارد مثل الأمطار التي تهطل على النجود الجرانيتية. من جهة أخرى ترتفع قيم الدرجات العاملة للطوبوغرافية (٤٦)، والوصولية (٤٨)، والحصاء والرمال (٤٣)، والمياه الجوفية (٣٨)، وهذا تأكيد على أهمية هذه العوامل بالنسبة للبهاداء والتي تجذب الاستثمار والتطوير (٣٠). كما يدل ارتفاع قيم الدرجات العاملة بالنسبة للزراعة المروية (٣٨) على وجود امكانات كبيرة لاستغلال المياه الجوفية في الزراعة المروية. وتعد النتائج الأتفة الذكر، اضافة إلى ارتفاع قيم الدرجات العاملة للرعي (١٩) من المؤشرات الهامة التي تشجع على التطوير الزراعي والعمرائي في وادي عربة. ويلاحظ وجود ارتباط سلبى طفيف مع القيمة الجمالية (٢٥-) كنتيجة لارتفاع القيمة السياحية لساحل العقبة بسبب العامل المناخي او الدئي في الشتاء وليس بسبب جمال الطبيعة.

وترتفع قيم الدرجات العاملة في الوحدات الأرضية التابعة للحكم بمنطقة رأس النقب بالنسبة للطوبوغرافية (٣٢)، والوصولية (٢٩)، واقامة مشاريع الاسكان (٣١)، الا انها تقل عن قيمتها بالنسبة للأمطار (٤٣) بسبب ارتفاع منطقة رأس النقب وتزايد معدلات التساقط. وقد ترتب على ذلك ارتفاع قيم الدرجات العاملة ايجابياً بالنسبة للرعي (٣٤)، والزراعة المطرية (١٨)، والمياه الجوفية (١٨) مما يعني ارتفاع امكانات تطویر

٢٩. بحيري، صرح، ١٩٧٤، للعالم المورفولوجية لصحراء شمال شبه جزيرة العرب، دراسات، مجلد ١، (٢٠١)، ص ١٢.

Schick, A., 1979, Op. Cit., 351-360.

المراعي والزراعة المطرية والزراعة المروية. وتبين الشواهد الميدانية في منطقة رأس النقب تواجد المصاطب الزراعية من عهد الانباط والعهود اللاحقة مما يؤكد توافر الامكانات لتطویر اراضي المنطقة.

٤٠٢، نمط ارتباط مجموعات الوحدات الأرضية بالمشكلات والاحطار البيئية ذات المنشأ الجيومورفولوجي :-

ترتبط الوحدات الأرضية في الأراضي الجرانيتية ارتباطاً ايجابياً مع خمسة أنواع من المشكلات والاحطار البيئية (جدول ١٣) هي :- الفيضانات الوامضة في مجاري الاودية والمراوح الفيضانية (٢٨)، والجدولة (٢٦)، والانحيازات الأرضية وتدفق الهشيم (١٥)، والانجراف الصفيحي (١٦) وبخاصة على سفوح الحضيض وسفوح البید بمنى، والتعرية القنوية وانحياز الضفاف (١١) على المصاطب اللحيقية. وتمثل الفيضانات الوامضة والانجراف الصفيحي في الواقع اخطر تلك المشكلات. من جهة أخرى ترتبط الوحدات الأرضية سلبياً مع بقية المشكلات والاحطار البيئية مثل تجوية الأملاح، والخسف الموضعي، والدكم بالهدرجة، والتذرية والارساب الهوائي. و يدل انخفاض قيم الدرجات العاملة على ضعف تأثيرها كعامل محدد امام التطوير والتنمية.

بالمقابل يلاحظ ارتباط ايجابي الوحدات الأرضية المتطورة في صخور الحجر الرملي والمشكلات والاحطار البيئية مع ارتفاع واضح في قيم الدرجات العاملة لمعظم تلك الاخطار (جدول ١٢). و ينحصر الارتباط السلبي فقط في التعرية القنوية والخسف الموضعي والدكم بالهدرجة. وتمثل الفيضانات الوامضة (٢٩)، وغمر القيعان والسبخات بالمياه السطحية في الشتاء (٤١)، والعواصف الغبارية (٥٢)، والتذرية (٣٧)، والارساب الهوائي (٢٩) اهمية كبرى كمحددات امام التطوير. وتواجه المزارع الحديثة شرقي القوية هذه الاخطار بشكل واضح مما يعني ضرورة اخذها بعين الاعتبار عند وضع الخطط التنموية لأراضي الحسمي. وبالرغم من الارتباط الايجابي بين الوحدات الأرضية والارساب المائي (١٥)، وزحف الرمال (١٦)، وتجووية الأملاح (١٨)، فإن انخفاض قيم الدرجات العاملة يجعلها كمحددات امام التطوير من الدرجة الثانية او قليلة الأهمية. وربما يؤدي تكثيف الزراعة المروية والتوسع الزراعي، واستنزاف المياه الجوفية مستقبلاً كما هو مخطط حالياً إلى رفع أهمية عامل تجوية الأملاح كخطر بيئي من الدرجة الأولى وبخاصة على هوامش القيعان. وقد أثبتت التجارب العملية والملاحظات الميدانية القدرة الهائلة لعمليات تجوية الأملاح على تحطيم أساسات المنشآت الهندسية والترتبة (٣٧). كذلك أدت زراعة الأشجار حول المزارع

Goudie, A., Cooke, R.U., and I. Evans, 1970, Experimental investigation of rock weathering by salts. Area, 4, 42-48.

Goudie, A., 1974, Further experimental investigation rock weathering by salt and other mechanical processes. Zeit fur Geomorph., 21, 1-12.

جدول رقم (١٢) اللدراجات العمالية للمغتربات الخاصة بالمشكلات والأخطار ذات الشا الجنوري في لوجي

[illegible]

الحديثة شرقي القوية (كمصات للرياح والرمال) الى اصطياد حبيبات الرمل وترسيبها لتكون نيكات رملية مما يؤد خطورة مثل هذه الاجراءات في يديمن القوية، وامكانية تحول هذا الخطر الى المرتبة الاولى ومحدد هام امام التوسع الزراعي الذي بدأ ينتشر بصورة عشوائية في المنطقة.

تتعاطم اهمية الاخطار والمشكلات البيئية ذات المنشأ الجيومورفولوجي في الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى وادي عربة وساحل العقبة. إذ ترتفع قيم الدرجات العاملة للأخطار الناجمة عن الفيضانات والتعرية المائية (٢٦)، والأخطار الناتجة عن التعرية الهوائية كالعوامف الغبارية (٢٨)، والتذرية (٢٩)، والارساب الهوائي (٣١)، وزحف الرمال (٣٨)، وتجوية الاملاح (٤٣)، والافراط في الجريان السطحي وغمر القيعان والسبخات (٤٥). وبالرغم من انخفاض قيم الدرجات العاملة لبعض الاخطار مثل الخسف الموضعي (١٤)، والدكم بالهدرجة (١٦)، الا انه في حالة التوسع الزراعي بالري في وحدات أرضية مثل البهادا في وادي عربة سيؤدي الماء المتسرب إلى تقليل قولا المواد السطحية الجافة ونسبة الفراغات البينية بينها مما يترتب عليه هبوط السطح كما حدث في الوادي الاوسط في كاليفورنيا (٣٣).

وتمثل الفيضانات الوامضة (٥٦)، والانهيارات الأرضية (٣٤)، والانجراف الصفيحي (٢٢)، والتعرية القنوية (٢٦) ابرز الاخطار البيئية التي تتعرض اليها الوحدات الأرضية في منطقة الحماة برأس النقب، بدليل ارتفاع قيم الدرجات العاملة لها. ومن الاهمية بمكانة الاشارة إلى ان اخطار الفيضانات تهدد الوحدات الأرضية على منحدرات ميل كويستا رأس النقب كما حصل في فيضان وادي وهيدة المدمر عام ١٩٦٦. بينما يظهر تأثير الانهيارات الأرضية والتعرية القنوية على منحدرات النحت / الصدعية لكويستا رأس النقب. وبلا شك تزايد تأثير عامل الانحراف الصفيحي في رأس النقب في الفترة الحديثة بعد خراب المصاطب الزراعية النبطية واستنزاف النباتات الرعوية بالرعي الجائر. من جهة أخرى ترتبط الاخطار البيئية الناجمة عن التعرية الهوائية، والخسف الموضعي، والدكم بالهدرجة ارتباطاً سلبياً بالوحدات الأرضية في المنطقة بسبب اختلاف طبيعة الأشكال الأرضية والعمليات الجيومورفولوجية التي تمارس نشاطها بالمقارنة مع نظائرها في وادي عربة.

صفوة القول، يتضح من المناقشة السابقة وجود تباين في المارد الأرضية، والأخطار والمشكلات البيئية الجيومورفولوجية في النظم والوحدات الأرضية المختلفة في منطقة الدراسة. ولاعطاء نظرة شاملة ومبسطة عن انماط الارتباط الايجابي والارتباط السلبي بين مجموعات الوحدات الأرضية والمشكلات والأخطار ذات المنشأ الجيومورفولوجي، تم تمثيل نتائج التحليل

التخطيط العمراني وتقييم اخطار الفيضانات في المناطق الجافة، حالة دراسية : منطقة العقبة

الأستاذ يحيى فرحان

Urban planning and the evaluation of flood hazard in arid lands of Jordan, Aqaba Case study

Abstract

The Aqaba city has grown very rapidly since early fifties as a major and unique port for Jordan. It's total population increased from few hundreds to approximately 45 thousands. Several development plans were formulated by the 2000 AD. An examination of the long-term development plan reveals a prominent lack of care towards the physical environment, which must be considered to protect the urban area against repetitive flood hazards. Alternatively, the planners produced an imaginative urban layout. Thus the plan geometry including the different land uses and urban function were evaluated in light of flood hazards.

Geomorphological mapping was carried out to recognize the landforms and surface materials. Afterwards, a generalized model of natural drainage conditions was established, and then an assessment of potential flood hazard map was generated. As a result of such procedures, suggestions were put forward for more detailed investigation to delimit precisely the most appropriate sites for development, and those must be avoided. Flood protection measures to protect specific sites were also recommended.

١. المقدمة :-

تفرض الخصائص البيئية الهشة والضاغطة *Fragile and Stressful conditions* في المناطق الجافة اختيار موضع *Site* المركز العمراني وتخطيط استعمالات الاراضي، ووضع الخطط الهيكلية المستقبلية للتطور الحضري بعناية فائقة. ويتضمن اختيار موضع المركز العمراني وتخطيط دراسة جميع عناصر البيئة لما لها من تأثير في عملية الاختيار أثناء مرحلة التخطيط، او عند انشاء المركز العمراني، وكذلك مستقبله. ويعني هذا نجاحه واستمراره وراحة سكانه. ويؤدي التخطيط السليم للمناطق الحضرية في الأراضي الجافة في النهاية إلى تخفيض استهلاك الطاقة، واستغلال اقتصاديات الموارد وتطويرها بشكل فعال^(١).

Golary, G., 1982, Selecting sites for nes settlements in arid lands : Negev case .\ study. Energy & Buildings, 4, 23-41.

Bitan, A., 1983, Applied climatology and its contribution to planning and building : the Israeli experience. HABITAT INTL., 7 (3/4), 125-145.

في مناطق الحضارات القديمة كما هو الحال في جنوبي الأردن وفلسطين كان يميل تطوراى مركز عمراني عملية مستمرة عبر الاجيال المتعاقبة. اذ لجأ السكان إلى تطبيق خبراتهم التراكمية والدروس المستقاة من البيئة المحلية في حل المشكلات التي واجهوها في بيئات صحراوية قاسية. بينما تتخذ في الوقت الحاضر قرارات التخطيط في معظم المناطق الجافة بسرعة كبيرة، ويتم في اغلب الأحوال من قبل مخططين لم يألفوا الخصائص البيئية والمشكلات التخطيطية في المناطق الجافة، سواء عند انشاء المركز العمراني، او اثناء التصدي لحل مشكلات المراكز العمرانية القائمة. ونظراً لارتفاع معدلات النمو الحضري والتوسع العمراني والانشطة الاقتصادية في الوقت الراهن في كثير من بقاع الاراضي الجافة، تبقى عملية اختيار موقع المركز العمراني والتوسع المستقبلي مشكلة تخطيطية ايضاً. وبالرغم من ان بعض المخططين أخذوا بعين الاعتبار بعض المتغيرات البيئية اثناء التخطيط، فانهم اهملوا متغيرات اخرى ذات اهمية بالغة بالنسبة لمستقبل المركز العمراني. ولذلك يتطلب نجاح التخطيط ان يأخذ المخططين في العملية جميع المتغيرات البيئية، سواء كانت طبيعية (كالمطوبوغرافية، والمناخ، والهيدرولوجيا، والأيكولوجيا)، او اقتصادية (كالموارد والاستثمارات الاقتصادية)، او استراتيجية (كالدفاع، عقدة مواصلات، او الضرورة الوطنية)، او ادارية وغيرها(٢).

وتمثل مدينة العقبة نموذجاً لمدن الموانئ الصحراوية حيث تقع على خليج رأس العقبة، وتعود نشأتها إلى القرن العاشر قبل الميلاد (شكل ١ ب). وقد ازدهرت فترات كعقدة مواصلات برمائية بين دمشق والصحراء الداخلية العربية من جهة، والبحر الأحمر وإفريقيا من جهة أخرى، وبخاصة في عهدي الانباط والرومان. الا انها كانت تضمحل وتنكمش او تندثر فترات أخرى. واستعاد موقع المدينة اهمية في فترة الانتداب البريطاني وبعد تأسيس امانة شرقي الأردن. واصبحت الميناء البديل لموانئ حيفا و يافا بعد نكبة عام ١٩٤٨، حيث وضعت اول خطة لتطوير المدينة والميناء على جانبي وادي الشلالة (او البلدة القديمة) عام ١٩٥٢ (٣). ومنذ ذلك الوقت نمت مدينة العقبة نمواً سريعاً، وتحولت من قرية صغيرة يسكنها بضع مئات من الصيادين والمزارعين إلى مدينة ادارية وسياحية مزدهرة بصناعة الموانئ، و يقرب عدد سكانها في الوقت الحاضر من ٤٥ ألف نسمة. ولمواجهة النمو السريع للعقبة كميناء وحيد للأردن، وضعت الدولة في الخمسينات والستينات والسبعينات عدداً من المشاريع التخطيطية التي تهدف إلى تطوير المدينة بما في ذلك وضع خطط هيكلية حتى سنة

Golany, G., 1983, Planning Principles of arid-zone settlement. HABITAT INTL., ٢ 7 (3/4), 147 - 163.

Hindle, P., 1966, Aqaba : an old port revived. Geog. Jour., 132, p. 64. ٢

Beherly, S., 1969, The port town of Aqaba, Jordan. Quar. Jour. of the Natural Resources Authority, Amman, Vol. 1, 6 - 19.

بحيري، صرح الدين، ١٩٧٣، جغرافية الأردن، مطبعة الشرق ومكتبتها، عمان، ص ٢٢١ - ٢٢٢.

٢٠٠٠ (١١). كذلك وضعت الدراسات والخطط لتطوّر حي الشلالة والمدينة القديمة (٥).

وقد اتضح من دراسة تلك الخطط والملاحظات الميدانية أن المهندسين لم يأخذوا بعين الاعتبار طبيعة العمليات الجيومورفولوجية المائية والأخطار البيئية المترتبة عليها عند تخطيط استعمالات الأراضي، وتحديد المناطق السكنية وتصميم الطرق، بالرغم من ندرة وقوع الحوادث الجيومورفولوجية المتطرفة وتباعد فترة رجوعها، إلا أن عنف القوى الجيومورفولوجية، وتدني المقاومة تجاه العمليات الحثية التي تمارسها يجعل من الضروري أخذها بعين الاعتبار (٦). وقد أثبتت الدراسات التي أجريت على المناطق الجافة في جهات أخرى أنه من الخطورة بمكان إهمال حادّات جيومورفولوجية متطرفة كالفيضانات الفجائية والنحت والارساب عند تخطيط استعمالات الأراضي، والطرق (٧). ويبدو أن المهندسين استندوا عند وضع خطط مدينة العقبة إلى متغيرين فقط وهما الخصائص الطوبوغرافية المثالية التي تميز البهادر، وفرة الموارد المائية سواء في البهادر أو في خزان الحجر الرملي القريب في جنوبي الأردن، مع إهمال واضح للخصائص السلبية للموضع والأخطار المترتبة عليه كالفيضانات المدمرة.

سنحاول في الدراسة الراهنة تقييم خطة مدينة العقبة وتطورها العمراني (حتى سنة ٢٠٠٠) في ضوء أهم الأخطار البيئية التي تميز البهادر الجنوبية من وادي عربة وهي الفيضانات الفجائية. ولتحقيق هذا الهدف، تم القيام بتحليل جيومورفولوجي للمنطقة

باستخدام صور جوية مقياس ١:٦٠٠٠٠ (صورت عام ١٩٨١) والمسح الميداني، انتهى بإنشاء خارطة جيومورفولوجية. بناء عليها تم وضع نموذج عام لخصائص التصريف المائي والجريان المائية. اشتق بعدها خارطة تبين أخطار الفيضانات في المنطقة بناء على دراسات كوك Cooke وآخرون ممن طوروا أساليب البحث الجيومورفولوجي لتقييم تلك المشكلة في

Ministry of Municipal & Rural Affairs, 1981, Master Plan for Aqaba and South. t Coast.

Hashimite Kingdom of Jordan : Aqaba region authority, 1985, Shallalah and old . o town : case file, final report.

Wolman, M.G., and J.P. Miller, 1960, Magnitude and frequency of forces in . f geomorphic processes. Jour. Geol., 68, 54-74.

Baker, V.R., 1977, Stream-Channel response to floods, with examples from Central Texas. Geol. Soc. Am. Bull., 88, 1057 - 1071.

Schick, A., 1974, Alluvial fans and desert roads- a problem in applied . v geomorphology. Abh. Akad., Wiss. Gottingen, Math-Physik, Klasse III, Flögen nr. 29, 418-425.

—————, 1979, Fluvial processes and settlement in arid environments. Geo. Jour., 3 (4), 351-360.

٢. الخصائص الطبيعية للموضع :-

تقع المدينة على رأس خليج العقبة، أي ضمن الأخدود الأردني مما هيأ لها اتصالاً برياً ببقية الأردن عبر وادي عربة وفجوة وادي اليتم، واتصالاً بحرياً بالخارج عبر خليج العقبة. ويحاذي المدينة من الشرق الحافات الصاعدة للنجود الجرائنية التي يصل ارتفاعها ١٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر. وتهبط الحافات الصاعدة باتجاه الساحل الجنوبي وادي الشلالة بانحدار شديد يستمر عبر مياه الخليج بحيث يمكن الوصول إلى عمق ١٨٠ متر (١٠٠) قامة) بعد مسافة قصيرة من خط الساحل^(٩) مما هيأ موضعاً مناسباً لتوسع الميناء جنوبي المدينة. من ناحية أخرى يقل عمق المياه شمالي وادي الشلالة بحيث لا يزيد عن ثلاثة أمتار. وكنتيجة لوفرة الشعاب المرجانية وصفاء المياه وهبوطها خصص هذا الجزء من الساحل للأغراض السياحية^(١٠). ويتوضع عند قواعد الجروف الجرائنية على الجانب الشرقي لساحل الخليج وادي عربة مجموعة من المراوح الفيضية أكبرها مروحة وادي اليتم، وتشكل منحدر أرساب متصل على هيئة بهاداً ترجع في تكوينها إلى أوائل الرباعي أوقبله^(١١).

وتعد الخصائص الجغرافية والجيولوجية للنجود الجرائنية من العوامل الأساسية التي أسهمت في تكوين المراوح الفيضية. فالانحدار الشديد، وندرة أوقلة الغطاء النباتي، وخصائص المناخ الصحراوي وبخاصة الأمطار والحرارة، وعمليات التجوية والحت جميعها من العوامل الملائمة لتكونها^(١٢). وتساعد مورفولوجية أسطح المراوح الفيضية، ونمط القنوات والمجاري المائية التي تقطعها على معرفة أصلها. وتدل الشواهد الميدانية على أن ترسيب مواد الحطام المتنوع الحجم والذي تحمله الفيضانات عاملاً أساسياً في تكوينها. ويظهر في وسط

Griffiths, J.S., 1978, Flood assessment in ungauged semi-arid catchments as a branch of applied geomorphology. Geography Dept. King's College, London, Occasional Paper, 8.

Cooke, R.U., et al., 1985, Urban geomorphology of dry lands. Oxford University Press, 95 - 106 & 235 - 238.

Kesseli, J.E., and C.B. Beaty, 1959, Desert flood conditions in the White Mountains of California and Nevada. US Army Quartermaster Research and Engineering Center, Tech. Rep., EP - 108.

Karmon, Y., 1963, Eilat - Israel's Red Sea Port. Tijds. Voor. Econ. Nn. Soc. ٩. Geografie, 54, p. 117.

Beheiry, S., 1969, Op. Cit, p. 9.

١٠.

Beheiry, S., 1972, Desert landscapes in Southern Jordan. Faculty of Arts Journal, 3 (1), 11 - 12.

١١.

Beaty, C.B., 1963, Origin of alluvial fans, White Mountains, California and Nevada, Ann. Assoc. Am. Geogr., 53, p. 519.

١٢.

المراوح الكبرى مثل مروحة وادي اليتم عدداً من القنوات النشطة التي تهدل الرواسب على جوانبها أثناء الفيضان. بينما تظهر في القنوات المتسعة ارسابات حديثة تأخذ نمطاً فوتوغرافياً فاتحاً، وتتغطى اسطح المراوح بين القنوات النشطة بورنيش صحراوي يظهر بلون داكن على الصور الجوية مما يؤكد على قدم السطح وضعف الحث واستقرارية السطح. وعند اقدام المراوح تظهر مجموعة من المسيلات والجداول الصغيرة التي تدل على العمليات الحثية المائية (شكل ٢)، ويعتقد بتغير مورفولوجيتها عقب كل فيضان.

وقد اقيمت البلدة الحالية في اوائل هذا القرن على المروحة الفيضية لوادي الشلالة. وتوسعت في الفترات اللاحقة لتغطي المباني جميع اجزاء المروحة. ونمت المدينة في الستينات بمعدلات سريعة وامتد العمران شمالاً على مراوح الأودية الصغرى مثل وادي الشهبى ووادي ام جرف، ومراوح الأودية الكبرى مثل وادي اليتم. كذلك تطورت منشآت الموانئ والمنشآت الصناعية جنوبى وادي الشلالة، وشق الطريق الساحلي (العقبة - حقل) عبر مراوح وادي جيشة ووادي ميرك والمشواطىء المرجانية المرفوعة. ويتراوح منسوب العمران في مدينة العقبة الحالي بين ١٠ و ١٢٠ متراً فوق مستوى سطح البحر. وبالرغم من ان الموضع الأصلي للبلدة القديمة والمراحل اللاحقة لنموها وتوسعها قد هيا لها اراض ملائمة للبناء، بالإضافة إلى توافر الموارد المائية عند اقدام مروحة وادي الشلالة قرب الساحل، ثم مروحة وادي اليتم لاحقاً، الا ان هذا الموضع كان يخترق عناصر الاضطراب في حياة سكان المدينة كل بضع سنوات عندما تتركز عاصفة ماطرة فوق النجود الجرانيتية كما حصل عام ١٩٥٣ و ١٩٦٣ عندما تعرضت البلدة القديمة وابلات على الجانب الآخر من خليج العقبة لآخطار الفيضانات الغطائية (١٣). ومن المؤشرات التي تؤكد احتمال تكرار آخطار الفيضانات المدمرة ما حصل عام ١٩٦٦ أثناء فيضان وادي اليتم ووادي وهيد في معان (١٤). ويلاحظ من نمو المدينة في السنوات العشر الأخيرة، اضافة إلى خطة المدينة المستقبلية لسنة ٢٠٠٠ على ان المناطق الصناعية توسعت حالياً على الاراضي الواقعة ضمن وسط مروحة وادي اليتم. بينما تتوسع المناطق السكنية باتجاه اقدام هذه المروحة وادي ملغان، اي ليس بعيداً عن اخفض بقاع وادي عربة في المنطقة والسبخات المحلية. وبالتأكيد ستواجه المنشآت الهندسية كالطرق

١٣. مقابلات مع سكان البلدة القديمة أجريت عام ١٩٨٤.

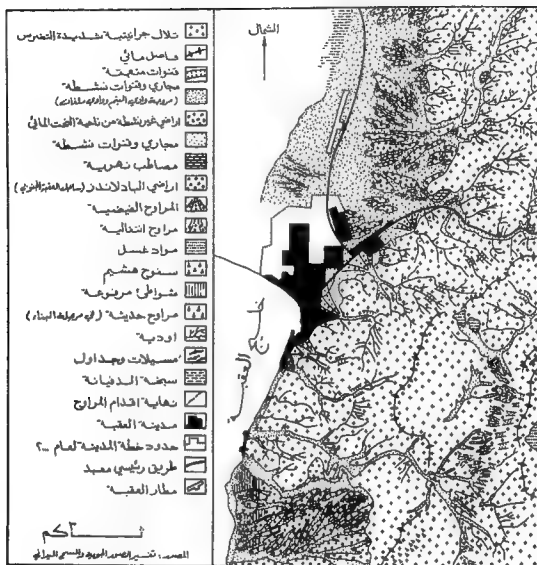
يمكن الاطلاع على الآثار التعميرية للفيضانات الغطائية في ابيلات في تلك الفترات بالرجوع إلى :-

Schick, A., 1979, Op. Cit., p. 354.

Amiran, D.H.K., 1971, Elat - a seaside town. In : Coastal Deserts., University of Arizona Press, p. 171 - 176.

Schick, A., 1971, A desert flood : physical characteristics, effects of man, ١٤ geomorphic significances, human adaptation - a case study of the Southern Arava Watershed., Jerusalem Studies in Geography, 2, 91 - 155.

Central Water Authority, Hydrology Division, 1966, Floods in Southern Jordan on 11 March 1966. Amman, Unpub. Rept., p. 2 - 3.



شكل (٢) : الجيومورفولوجيا

والمطار والمباني هنا مشكلات تجوية الأملاح في المستقبل، واطار الفيضانات والنحت والارساب (شكل ١، ج، ٢).

تتميز منطقة العقبة بمناخ صحراوي قاسي، إذ يبلغ المعدل السنوي للمطر في العقبة ٢٧ ملليمتر (بانحراف معياري مقداره ٢٧٦: عدد سنوات القياس ٢٩ سنة)، بينما يصل المعدل السنوي للمطر في محطة وادي اليتيم ٦٤ ملليمتر (بانحراف معياري مقداره ٢٨٩: عدد سنوات القياس ١٢ سنة) (١٥). و يسقط ٧٥٪ من المطر بين شهري كانون الأول وشباط. وقد وصل أعلى معدل سنوي للمطر في محطة رم عام ١٩٦٨ حيث هطل ١٧٦ ملليمتر. وفي عام ١٩٧٤ سجلت محطة رأس النقب معدلاً سنوياً بلغ ٣٠٤٤ ملليمتر. بينما هطل في العقبة عام ١٩٧٥ أقصى معدل سنوي للمطر وهو ٨٤٢ ملليمتر. و يتركز المطر عادة في ساعات وأيام محدودة. وقد تهطل معظم الأمطار السنوية في عاصفة مطرية واحدة مما يترتب عليه ارتفاع معدلات الغزارة وتهديم الفروع لتكون فيضانات غطائية أو فيضانات مدمرة. وتزيد معدلات درجة الحرارة القصوى عن ٣٠° مئوية من نيسان حتى تشرين الأول. وتتراوح معدلات الحرارة القصوى في شهري تموز وأب بين ٤٢° - ٤٥° مئوية. وتصل الحرارة الدنيا أقصاها في شهري كانون الثاني وشباط حيث تقل عن عشر درجات. وقد سجلت درجات حرارة متدنية جداً في أيلات حيث وصلت درجة مئوية واحدة (١٦)، كما سجلت نفس الدرجة في شهر كانون الأول من عام ١٩٨٥. و يؤكد عظم التباين الحراري على دور التجوية الميكانيكية والانفراط الآلي في تهيئة الحطام على السفوح ريشاً تكتسبها الفيضانات الغطائية. وقد شوهدت آثار التجوية الميكانيكية بوضوح في منطقة غرابن الجليل وحوضه الشقيري في النجود الجرانيتية شمالي مدينة العقبة. وتتراوح الرطوبة النسبية بين ٢٨٪ في أيار و ٥٣٪ في كانون الأول. وربما ترتفع معدلات الرطوبة النسبية عن الأرقام السابقة على الساحل الجنوبي بين العقبة وحقل، وقد تصل إلى ٩٠٪ عند هبوب الرياح الجنوبية.

تفتقر مدينة العقبة نفسها للموارد المائية بعد تلوث وتملح الآبار الضحلة قرب الساحل. واستعاض عنها في نهاية الستينات بمياه الآبار التي حفرت عند خليج مروحة وادي اليتيم على عمق ٢١ متراً. وقد بلغ معدل الانتاج اليومي من تلك الآبار ٦٥٠٠ متر مكعب يومياً عام ١٩٨٠ (١٧). وكتيجة للتطور العمراني السريع للمدينة في السنوات العشر الأخيرة، ثم مد أنبوب للمياه من حقل الديسة الجوفي على بعد ٨٠ كيلومتراً لمواجهة الطلب المتزايد على المياه للأغراض المنزلية والسياحية والصناعية. و يفرض تواضع الموارد المائية في إقليم مدينة العقبة

١٥. Natural Resources Authority, 1977, National Water Master Plan of Jordan. Vol. III, Surface Water Resources, Amman, p. 16 - 17.

١٦. Amiran, D., 1971, Op. Cit., p. 172.

١٧. إبراهيم، أحمد حسن، ١٩٨٣، مدينة العقبة: الموقع ومعطيات المكان الطبيعية، قسم الجغرافية، جامعة الكويت، النشرة الجغرافية رقم ٥٧، ص ٣٢.

وضع خطة لإدارة الموارد المائية لضمان استمرارية المدينة ووجودها والقيام بوظائفها، مع الأخذ بعين الاعتبار الحد من معدلات نموها أو وقف نموها إلى الحد الراهن.

٣. المراوح الفيضية وأنماط استعمالات الأراضي :-

تتصل المراوح الفيضية الثمانية التي تقوم عليها مدينة العقبة لتكون وحدة مورفولوجية واحدة وهي البهادا. تنتقل عبرها مياه الجريان السطحي والرواسب من سفوح واقدام النجود الجرانيتية إلى بطن وادي عربة ورأس خليج العقبة. ويبين الجدول (١) بعض خصائص أحواض تلك الأودية والمراوح الفيضية المتكونة عند اقدام الحافات الجرانيتية. وتشير النتائج الأولية لدراسة عن المراوح الفيضية في جنوب الأردن (وادي عربة، ومنخفض القويرة، ووادي يتم العمران) بما فيها منطقة العقبة^(١٨) إلى وجود علاقة مباشرة ايجابية بين مساحة أسطح المراوح ومساحة الأحواض المائية التي تنتمي إليها، وظهور علاقة عكسية بين مساحة المراوح والانحدار الوسطي لها. كما ترتبط كثافة الشبكة المائية بنوعية الصخور النارية والنسبة المساحية لتواجد القواطع الرأسية المتباينة الصلابة في الصخور النارية التي يتكون منها الحوض المائي، ومدى استطالة وتطو ير ورافد الأودية من الدرجة الأولى.

و يتضح من الجدول (١) أيضاً تباين أنماط استعمالات الأراضي على أراضي المراوح الفيضية الثمانية. و يعد ذلك التباين انعكاساً حقيقياً لتطور ونمو مدينة العقبة في العقود الثلاثة الأخيرة، والاستجابة السريعة للإنسان والدولة لتغير أهمية موقع وموضع المدينة من المنظور التاريخي والسياسي والاقتصادي للمنطقة وما ترتب عليه من تسارع عملية تخطيط المدينة ووضع الخطط الهيكلية لها حتى سنة ٢٠٠٠. ويلاحظ أن المناطق السكنية (شكل ١ج، ٢) والتي تشكل ٦٠٪ من مساحة المعمور المبني في المدينة تقام على مروحة وادي جبيشه، ومروحة وادي الشلالة، ومروحة وادي الشهبى، ومروحة وادي اليتيم مع تباين واضح في مواقع المساكن فوق المروحة (كالقمة، أو الوسط، أو قدم المروحة). إذ بينما تتركز المساكن على قمة ووسط وقدم مروحة الشلالة، فإنها تتواجد على قمة المروحة في وادي جبيشه، وقدام المروحة في وادي الشهبى، ووسط وقدام مروحة وادي اليتيم. وقد أقيمت معظم المجمعات السكنية على منسوب يتراوح بين ٥٠ متراً و٧٥ متراً فوق مستوى سطح البحر، بالمقابل تتركز المناطق الصناعية في المنطقة الساحلية جنوبي الميناء، أما على الساحل مباشرة أو في مخارج الأودية.

من وجهة نظر التصدي للأخطار البيئية والاستجابة للفيضانات^(١٩)، فإن خصائص

١٨. Farhan, Y. and S. Beheiry, 1988, Alluvial fans in Southern Jordan, In preparation.

١٩. Burton, I., Kates, R.W., and G. White, 1978, The environment as hazard, Oxford University Press, New York, 239 pp.

جدول رقم (١) بعض خصائص احواض الأودية والمراوح النقيضية، ونمط استعمالات الاراضي

ملاحظات	حجم الترابين (مليون)	الاسم المتعارف من الودعة	استعمالات الاراضي*	الارتفاع الوسطي للودعة (مترية)	كثافة السكان (كم/كم ^٢)	مساحة اراضي (كم ^٢)	الوادي**
مدرج الطريق اهل من مدرج	٨٨٠٢	وسط الودعة	طريق وادي حربة، مطار النخبة	٢٠٢	٢٠٤	٢٤٠	١. وادي ملطان
مدرج الودعة	٩٢٠١	وسط الودعة	طريق وادي حربة، مطار النخبة	٢٠٢	١٠١	١٤٥	٢. وادي المرمري
مدرج الطريق اهل من مدرج	١٦٠٠٢	قدم الودعة	طريق حجاب- النخبة، سكة حديد	٢٠٨	١٠١	٨٧٠	٣. وادي القلم
مدرج الطريق اهل من مدرج	١٢٧٠١	وسط الودعة	الغنية- حنيفة، مصاهيف تيملة				
مدرج الودعة	٨٢٥٨	قدم الودعة	مناطق سكنية	٥٨	٢٠٢	١٠٨	٤. وادي ام جرف
مدرج الطريق اهل من مدرج	٧١٧٨	قدم الودعة	طريق حجاب- النخبة، طريق حنيفة	٢٠٢	٢٠٤	١٠٨	٥. وادي الشامي
مدرج الودعة تسعة اهل وادوم	٥٥٥٤	قدم الودعة	طريق حنيفة لكثافات، منطقة سكنية،	١٠١	١٠١	١٠٨	٦. وادي اللحلا
مدرج الطريق اهل من مدرج	٧٤٠٤	وسط الودعة	مصاهيف حنيفة، منطقة حنيفة	١٠١	١٠١	١٠٨	
مدرج الودعة، تنو في سطح الودعة، حارات وشانق	١٦٠٢	قدم الودعة	طريق النخبة- حنيفة، مناطق	١٠١	١٠١	١٠٨	٧. وادي جيمه
تنو سطح الودعة، مدرج الطريق اهل من	٩٦٠٢	قدم الودعة	البيضاء، مصاهيف تيملة	١٠١	١٠١	١٠٨	
من سطح الودعة، حارات وشانق	٨٤٠٨	قدم الودعة	طريق النخبة- حنيفة، مناطق	١٠١	١٠١	١٠٨	٨. وادي سبوك
تنو سطح الودعة، مدرج الطريق	٨٢٠٤	وسط الودعة	مصاهيف تيملة	١٠١	١٠١	١٠٨	
اهل من مدرج سطح الودعة، حارات وشانق	٧٥٠٧	قدم الودعة					

المصدر:- هجر الصور الجوية والمسح الليزر.
 * وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان. (غير شكل ١).
 ** انظر شكل (٣).

الموضع الجيومورفولوجية، وخطة استعمالات الأراضي الراهنة والمستقبلية لا تجعل خياراً آخر سوى تقبل تلك الأخطار والخسائر الناجمة عنها سواء المادية أو الخسائر في الأرواح. وفي ظل التخطيط المكاني الراهن، فإنه عند حدوث فيضان مدمر في وادي اليتم (من مستوى فترة رجوع ٥٠ سنة مثلاً) يتوقع أن تكون الخسائر عالية في الأرواح والمباني السكنية. لذلك يفرض منطق التخطيط السليم تغيير نمط استعمالات الأراضي واستثمار الموضع للتخفيف من حدة المردودات السلبية للفيضانات طالما أنه لا يوجد بديل آخر غير تقبلها. بمعنى آخر يجب أن تخصص أراضي المناطق الصناعية والكراجات الحالية للأغراض السكنية نظراً لفارق المنسوب والبعد عن القنوات المائية الرئيسية عند قمة ووسط المروحة، والبعد عن السبخات الملححية عند أقدامها. وبالمقابل تخصص مناطق السكن والتوسع السكني الراهنة للأغراض الصناعية أو الترفيهية أو تحول إلى مناطق خضراء. ويقصد من تعديل أنماط استعمالات الأراضي على نحو ما سبق، تصحيح أخطاء التخطيط والتصميم لتحقيق توافق تطبيقي وهندسي (٢٠) Planning and engineering adjustment مع الوسط البيئي، وإضافة مشاريع لضبط الفيضان في الخطة الحالية.

وقد شق طريق العقبة - وادي عربة عبر وسط المروحة الفيضية لوادي اليتم و يظهر في أغلب الأحوال بمنسوب أعلى من منسوب سطح المروحة بفعل عمليات الروم عند أنشائه. بينما يترسم طريق عمان - العقبة الصحراوي أراضي من قمة مروحة وادي اليتم، وأراضي من أقدام المراوح الصغرى لأودية أم جرف والشهبي والشركة. وتم بناء الطريق الساحلي بين العقبة وحقل على طول أقدام مروحة وادي جيشه وادي مبرك. وقد اقتطع الطريق في الصخور الجرانيتية ورواسب المراوح الفيضية، والشواطئ المرجانية المرفوعة، كما يظهر بمنسوب أعلى من منسوب اسطح المراوح على الساحل حتى الحدود مع المملكة العربية السعودية. يتضح مما سبق أنه ترتب على شق الطرق في أغلب الأحوال تشويه اسطح المراوح الفيضية واضطراب النظام التحاتي.

علاوة على ما سبق فإن الامتداد العمراني تجاه قواعد مروحة وادي اليتم ووادي ملغان - أي بالقرب من السبخات الملححية يجعل المساكن وأية منشآت هندسية في متناول المياه المالحة التي تصعد إلى السطح بواسطة الخاصية الشعرية. وبالتالي وقوع أساسات المباني تحت تأثير تجوية الأملاح. وعموماً تبقى أخطار تجوية الأملاح بحاجة إلى دراسات تفصيلية لمعرفة نمط المياه الباطنية الضحلة وأعماقها وخصائصها بوسائل الحفر والمسح الجيوفيزيائي قبل تأكيد دورها كخطر هندسي Engineering hazard.

Jones, D.K.C., 1983, Environment of Concern. Trans. Inst. Brit. Geogr. N.S., 8, ٢٠
p. 435 & 439.

٤. التقييم الجيومورفولوجي لأخطار الفيضانات في المدينة : -

يمثل التقييم الجيومورفولوجي لأخطار الفيضانات في المناطق الجافة كم منطقة العقبة عملية بسيطة بحد ذاتها وغير مكلفة.. وتعتمد دقة نتائجها على مدى توافر البيانات الحقيقية الخاصة بهيدرولوجية الفيضانات مثل غزارة المطر، والجريان الأعظمي، والمتغيرات التي تعكس خصائص الجيومورفولوجيا المائية وغيرها. وهي في الواقع قليلة جداً مما يعني في النهاية صعوبة التوصل إلى قرارات حاسمة حول طبيعة أخطار الفيضانات للحد من أثارها. ونظراً للتشتت المكاني والزمني للأمطار العاصفة المركزة في المناطق الجافة فإنه يصعب التنبؤ بها. وبالرغم من شيوع تقنيات الاستشعار عن بعد كالأقمار الصناعية، فإنه يصعب أيضاً وفي المدى القصير تطوير نظام تحذيري خاص بالفيضانات في المناطق الجافة، وتمثل خصائص الفيضانات الصحراوية مثل قصر فترة الفيضان عاملاً آخر يعيق تطوير نظام تحذيري باستخدام صور الأقمار الصناعية. إذ لا تستمر معظم الفيضانات الصحراوية لأكثر من ساعة واحدة يكون فيها التدفق المائي في الأودية كحائط من المياه لا يلبث أن يختفي فجأة (٢١).

و يفرض هذا الوضع ضرورة مقاومة أرفض تطبيق الأساليب الهندسية التي يختارها المهندسون لضبط الفيضانات والتي طورت في المناطق الرطبة لأنها بالتأكيد وسيلة غير ناجحة لضبط الفيضانات الصحراوية ولا تتلائم معها. ويتضح في اقليم العقبة أن المسؤولين عن التخطيط لم يعيروا الحوادث الجيومورفولوجية المحلية اهتماماً كافياً أثناء وضع الخطط الهيكلية للمدينة. وانحصر رد الفعل تجاه أخطار الفيضانات في إنشاء عدد من السدود الترابية المتواضعة والخنادق والعبارات لتوافر النمو بل اللازم لذلك سواء على مستوى البلدية أو مستوى الإقليم. وبالرغم من تواضع هذا النظام، لا يعني ذلك تبديد الأموال بسبب عدم معرفة أو إدراك طبيعة الأشكال الأرضية والعمليات الجيومورفولوجية في المنطقة. وأياً كان الأمر فقد اثبتت المسوحات الجيومورفولوجية التي نفذت في مناطق جافة من الوطن العربي (٢٢) لهذا الغرض نجاحاً ملموساً في استخدام الأساليب الجيومورفولوجية لإجراء تقييم أولي لأخطار الفيضانات. وبلا شك يمكن تحسين نتائج المسوحات الجيومورفولوجية الوصفية إذا ما اقترنت بتطبيق النماذج والمعادلات الرياضية التي تمكن من تقدير الخصائص الهيدرولوجية لأحواض الأودية في المناطق الجافة، والتي تتميز غالباً بعدم توافر محطات الرصد والقياس الهيدرولوجي في معظمها (٢٣). و يقوم المسح الجيومورفولوجي الراهن على استخدام قياس وصفي ثلاثي الأبعاد يتضمن التعرف إلى الأشكال الأرضية التي تمكن من تشخيص أخطار الفيضانات وخصائصها الهيدرولوجية كالعلاقات الدالة على الفيضان الأعظمي والمصاطب الحقيقية والرواسب الحديثة والقنوات النشطة، وكذلك تحديد شبكة

Schick, A., 1979, Op. Cit, p. 353.

Cooke, R.U., et al., 1985, Op. Cit.

Jones, D.K.C., 1983, Op. Cit., p. 435.

٢١

٢٢

٢٣

القنوات والمجاري المائية، ومناسيب الأراضي ذات القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات.

تخلف الفيضانات العنيفة high-magnitude floods عند حدوثها بصمات واضحة وثابتة على البنى التحتية للمراكز العمرانية الصحراوية كالمنشآت الهندسية والمباني والطرق يتمثل في تخريبها. و ينعكس تأثيرها أيضاً على مورفولوجية القنوات المائية كنتيجة لوجود مورد ضخم من مواد الحطام الخشن، طول فترة رجوعها أو تكرارها، وارتفاع نسبة القعة الأعظمية للفيضان بالمقارنة مع الجريان السطحي العادي^(٢٤). وعموماً تتميز منطقة العقبة وغيرها من المناطق الجافة في الأردن بندرة الحوادث الجيومورفولوجية المتطرفة من قوة كبيرة، وتباعد فترات رجوعها بالمقارنة مع المناطق الرطبة التي تتميز غالباً بحوادث جيومورفولوجية متوسط القوة medium-size magnitude^(٢٥). وبالرغم من ذلك فإن الدراسات التي أجريت حول الاستجابة الجيومورفولوجية geomorphic response للفيضانات المتطرفة في المناطق الجافة وشبه الجافة على عظم تأثيرها وقوتها التدميرية للعالم الحضارية، أو بالنسبة لصياغة أشكال أرضية جديدة^(٢٦) وعند حدوث فيضانات عنيفة يتم عادة تخطي العتبة الجيومورفولوجية لنظام القنوات في الأودية الصحراوية threshold the channel system كما حدث في فيضان وادي اليتيم - وادي وهيدة (معان) عام ١٩٦٦ حيث بلغت قمة الغزارة العظمى للمطر ١٥ ملليمتر / ساعة كما صنف الفيضان من فترة رجوع ٥٠ سنة، مما أدى إلى تخطي العتبة الجيومورفولوجية للقنوات والمجاري المائية الرئيسة في حوض وادي اليتيم - وادي وهيدة. وتعد هذه النتائج معقولة جداً بالمقارنة مع نتائج دراسات أخرى عن الفيضانات المدمرة ذات فترة رجوع ١٠٠ سنة كما حدث في شمال غرب إنجلترا حيث هطل المطر بمعدل غزارة ٢٨ ملليمتر / ساعة^(٢٧). وتتركز الحوادث

Gupta, A., 1983, High-magnitude floods and stream channel response. spec. ٢٤
Publs. Int. Ass.

Sediment., 6, 219 - 227.

Harvey, A., 1986, Geomorphic effects of a 100 year storm in the Howgill Fells,
Northwest England.

Ziet für Geomorph., N.F., 30 (1), 71-91.

Wolman, M.G., and J.P. Miller, 1960, Magnitude and frequency of forces in ٢٥
geomorphic processes.

Jour. of Geology, 68, 64-74.

Cooke, R.U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland ٢٦
urban areas. Zeit für Geomorph., 44, 119 - 128.

Thornes, J., 1976, Semi-arid erosional systems: case study from Spain. London
School of Economics, Geog. Dept., paper No. 7, p. 18-19.

Brunsdon, D., and Thornes, 1979, Landscape sensitivity and change. Inst.

Brit. Geog. Trans. N.S., 4, 463-484.

Schick, A., 1979, Op. Cit.

٢٧

الجيومورفولوجية الرئيسية في المناطق الجافة من الاراضي المحتملة (حسب الدراسات الاسرائيلية) مرة كل سنتين في الأحواض المائية التي تبلغ مساحتها نصف كيلومتر مربع. وتنخفض فترة رجوعها أو تكرار تلك الحوادث مع تزايد مساحة الحوض المائي^(٢٨). واستناداً إلى الملاحظات التفصيلية طويلة المدى في ولاية يوتا Utah الأمريكية، فإن أكبر نصيب من المياه الجارية والرواسب، ومن ثم التغيرات الجيومورفولوجية والطاقة التدميرية تنتج من أحواض مائية ذات رتب من مساحة ٢٥ كيلومتراً مربعاً^(٢٩).

وتشير قيم مساحات أحواض الأودية في منطقة العقبة (جدول ١) على أن الآثار الجيومورفولوجية والبشرية لحواض تلك الأودية — باستثناء وادي اليتيم — تقع ضمن نتائج الدراسات الجيومورفولوجية التي أجريت على أحواض الأودية في منطقة إيلات، ونتائج الدراسات الأمريكية في ولاية يوتا وغيرها وبخاصة بالنسبة لقصر فترة الرجوع للفيضانات العادية. من جهة أخرى يصنف وادي اليتيم من ضمن الأحواض التي تتميز بوقوع الحوادث الجيومورفولوجية المتطرفة وبفترات رجوع تصل إلى ٥٠ سنة كفيضان عام ١٩٦٦. و يلخص شيك Schick (٢٠) نتائج تحليل فترات رجوع وتكرار الفيضانات في منطقة إيلات على النحو التالي: — يتكرر الجريان السطحي سنوياً في الغالب، وتحدث الفيضانات مرة كل ثلاثة أو خمس سنوات، بينما تقع الفيضانات المدمرة مرة كل عشر سنوات. أما الفيضانات العنيفة التي تؤدي إلى حدوث كوارث مثل فيضان عام ١٩٦٦ فإنها تحدث مرة كل خمسين سنة. وبالتالي فإنه مع بداية القرن القادم يتوقع حدوث فيضان كارثة من مستوى فيضان عام ١٩٦٦. وسيؤثر بالتأكيد على الجزء الشمالي من مدينة العقبة والممتد على مروحة وادي اليتيم ووادي الحويطي ووادي ملغان. وهو أمر لا بد من أخذه بعين الاعتبار، بل ويفرض ضرورة تعديل الخطة الهيكلية المستقبلية للمدينة، وإضافة مشاريع لضبط الفيضان وبخاصة في المناطق السكنية، إذ أن وقوع كارثة فيضان من هذه الرتبة مستقبلاً يعني ارتفاع الخسائر المادية والخسائر في الأرواح.

تتكون الفيضانات في منطقة العقبة من مصدرين رئيسيين: الأول مبعثه الجريان العاصفي على طول قنوات الأودية، والذي يتكون من الأمطار والثلوج التي تسقط على مرتفعات رأس النقب، والأمطار التي تسقط على المرتفعات الجرانيتية في غرابين وحوضه الشقيري وتنتهي إلى وادي اليتيم. أما المصدر الثاني فهو من الجريان العاصفي على طول

Schumm, S.A., 1979, Geomorphic thresholds: the concept and its application. ٢٨
Inst. Brit. Geog.

Trans. N.S., 4. 485 - 515.

Harvey, A., 1986, Op. Cit., p. 71. ٢٩

Schick, A., 1979, Op. Cit., p. 352. ٣٠

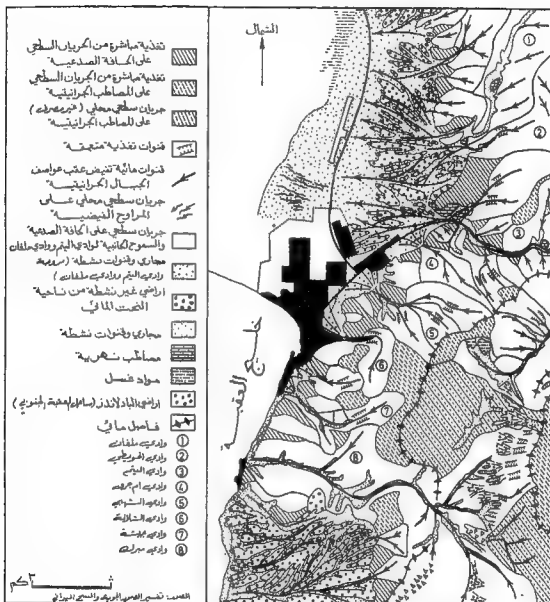
Wolley, R.R., 1964, Cloudburt, Floods in Utah 1850-1939. US Geological Survey, Water Supply paper. 994.

Schick, A., 1971, Op. Cit., p. 136.

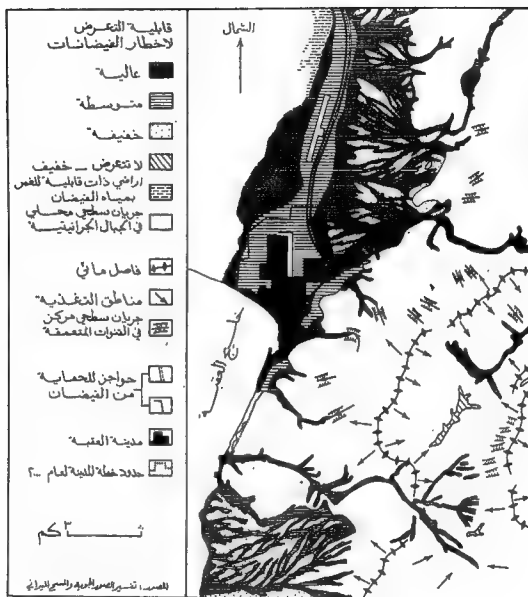
قنوات الأودية التي تنبع من مجموعة جبال المهدي، الشقيري، باقر، كريمة، أم نصيلة، أو ردمان، السمرا. وفي كلتا الحالتين تتكون العواصف الماطرة على مرتفعات رأس النقب والنجد الجرانيتية في الشرق بحيث تصل مياه الجريان السطحي إلى المناطق المنخفضة في وادي عربة وحول مدينة العقبة بواسطة مجموعة الأودية وعبر المرواح الفيضية التي تصرف مياه الجريان باتجاه الغرب. وبالرغم من التباين السنوي الكبير لمعدلات المطر الهائلة زمنياً ومكانياً في مناطق التغذية (بديل ارتفاع معدلات الانجراف المعياري للمعدلات السنوية للمطر)، فإن الدراسات التي أجريت على أحواض أودية مشابهة في منطقة إيلات تدل على أن ٢٠٪ من كمية الأمطار الساقطة تتدفق سطحياً بقنوات الأودية من الرتب الدنيا (الأولى والثانية)، وحوالي ١٥٪ منها يصل إلى الأحباس السفلى من تلك الأودية. وتفتقد معظم المياه الجارية (١٥) من الأحباس العليا والسفلى بفعل التسرب لتكوّن مصادراً مائية محلية (٣١).

يبين الشكل (٢) تعميماً لنموذج الجريان السطحي والتصريف المائي الطبيعي بناءً على الأشكال الأرضية التي تم تمثيلها كرتوغرافيا خلال المسح الجيومورفولوجي (شكل ٢). ويتضح من النموذج المعمم ظهور مناطق تغذية مباشرة من الجريان السطحي على الحافة الصاعدة والمصاطب الجرانيتية شرقي العقبة ووادي عربة الأدنى. وظهرت مناطق جريان سطحي محلي (غير مصرف)، وقنوات التغذية المتعمقة، والقنوات المائية التي تفيض عقب تكون العواصف الماطرة على النجد الجرانيتية، والجريان السطحي المباشر على الحافة الصاعدة والسفوح الجانبية للأودية. كما أوضحت الصور الجوية ظهور القنوات النشطة في مرواح وادي اليتيم والحويطي وملغان شمالي العقبة، وفي أراضي الباداندز جنوبي العقبة. وتتميز القنوات الرئيسية بقلة لتساعها، كما ويغطي سريرها الرواسب الفيضية، وتتحدر القنوات بميل كبير نسبياً. وتعد الخصائص هذه مؤشرات تساعد على تكوين أخطار تدفق الهشيم عند وقوع فيضان مدمر. ويمثل نموذج الجريان السطحي والتصريف المائي الطبيعي الأنف الذكر (شكل ٢) الأساس المفاهيمي Conceptual لتقييم أخطار الفيضانات بحيث ساعد على اشتقاق خارطة القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات (شكل ٤). وقد تم إبراز ثلاثة درجات لقابلية التعرض لأخطاراً وهي: - أخطار عالية في الأجزاء القمية وأقدام المرواح الفيضية، وأخرى متوسطة في الأجزاء الوسطى من المرواح الفيضية، ثم أخطار خفيفة فوق الأراضي المحصورة بين القنوات المائية النشطة والتي تفيض عقب العواصف الماطرة فوق النجد الجرانيتية. كما توضح الخارطة الأراضي التي تتعرض للغمر بمياه الفيضانات كالمسبخت، ومناطق الجريان السطحي المحلي في النجد الجرانيتية والتي تصل منها مياه الجريان السطحي إلى منطقة العقبة.

باستخدام خارطة القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات يمكن بوضوح تحديد المناطق أو الأراضي التي يجب تجنبها بما في ذلك القنوات والمجاري التي تتميز بارتفاع



شكل (٣) : نموذج للجريان السطحي والتصريف المائي الطبيعي



شكل (٤) : قابلية التعرض لأخطار الفيضانات

معدلات خطورتها اثناء الفيضان. وكذلك المناطق التي يمكن اختيارها لأغراض التطوير الحضري، واستعمالات الأراضي التي يمكن تعديلها في الخطة الهيكلية المستقبلية. وفي النهاية يمكن تحديد المناطق التي تتطلب إقامة الحواجز لتحويل مياه الفيضان لحماية الموانع المطورة، أو التي تخضع للتطوير لحمايتها. وبمقارنة استعمالات الأراضي الراهنة، والخطة الهيكلية المستقبلية بخارطة القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات والتعرية المائية، يتضح أن المناطق الصناعية والمناطق السكنية سواء في المدينة القديمة (حي الشلالة) أو المجمعات السكنية الحديثة، تقع جميعها في متناول الفيضانات المدمرة، إذ يعاني سكان حي الشلالة من فترة لأخرى من فيضان وادي الشلالة، كما يتعرض الوادي للنحت الجانبي اثناء الفيضان مما يؤثر على المباني. أما المجمعات السكنية الحديثة والتي تنمو بشكل سريع على طول اقدام مروحة وادي اليتم ووسطها وقرب القنوات النشطة، فإنها ستعاني من الآثار التدميرية للفيضانات، والافراط في الجريان السطحي الذي ترتفع فيه نسبة الرواسب، إضافة إلى نحت وتآكل المنشآت الهندسية المختلفة، علاوة على ضرورة إزالة رواسب الفيضان بسرعة عقب توقفه.

وتجدر الإشارة إلى أنه نادراً ما تتوسع قنوات الأودية النشطة وتتجدد طبيعياً، وبالتالي فإن الاجراءات الوقائية والمتمثلة في تحويل اتجاه الجريان السطحي تبقى حلاً جزئياً لمشكلة الفيضان وما يصاحبه من النحت والارساب. وفي حالة انشاء قنوات اصطناعية فإنها تحتاج باستمرار إلى الصيانة عقب كل فيضان. وأياً كان الأمر تساعد تلك الاجراءات في الغالب على زحف اخطار الفيضانات باتجاه المناطق المحمية مما يزيد من اخطارها التدميرية الفجائية. ويرى بيتي Beaty (١٩٦٦) أن التدخل بإقامة الانشاءات الهندسية الوقائية في هذه المناطق لا يكون دائماً مجدياً. وقد وجد بأن الخنادق والسدود الصغيرة المقامة على اسطح المراع الفضية ذات آثار معاكسة، تتمثل في زيادة تركيز الجريان السطحي باتجاه القنوات الكبيرة.. وبالتالي زيادة حجم التصريف المائي وعنفه مما يؤدي في النهاية إلى تعاطم الطاقة التدميرية للفيضانات.

وقد تأثرت مدينة العقبة ووادي اليتم بفيانات من رتب مختلفة في الفترات السابقة. ولسر الحظ لا يتوافر بيانات عن الفيضانات باستثناء فيضان وادي اليتم ووادي وهيد (معان) الذي وقع عام ١٩٦٦ (انظر جدول ٢). ففي عام ١٩٦٣ وقع فيضان في العقبة (وايلات) ترتب عليه اضرار بالغة في المساكن والطرق. إذ تكونت عاصفة مطيرة فجأة نجم عنها فيضان في وادي الشلالة ووادي جيشة وادي إلى حفر القنوات في الطرق بحيث وصل عمقها متراً، وتعطلت حركة المرور، كما ظهرت القنوات بين المساكن ما أدى إلى كشف اساساتها حتى أن بعض المساكن اوشكت على التهدم وبعضها تهدم فعلاً. وكانت تمثل

٢٢. Beaty, C.B., 1968, Sequential study of desert flooding in the White Mountains of California and Nevada. US Army Natick Lab., Tech. Rept. 68-31-Escap.

جدول رقم (٧) تقدير للأمطار، والجريان السطحي والحمولة الرسوبية لمعدن من اودية الجزء الأدنى من وادي حربة عام ١٩٦٦ (صن شيك، ١٩٧١، ص ١٥٥)

تقدير الناتج الرسوبي (طن)	تقدير تركيز الراسب		تقدير الاحملة للتر المسامي		الحمولة		امطار المنطقة		مساحة الجوف	الوادي
	معدن الجريان الكلي	معدن الجريان الاصطناعي	متر/ثانية/كم ^٢	متر/ثانية	الحمولة	الحمولة	مليمتر	مليمتر		
١٧٠	٩	١٨	١٣	٤٠	١٠	١٠	١٠	١٥	١٧	السيك
١٠٠٠٠٠	٢٤	٤٨	١٣	٣٠٠	١٠	١٠	٤٠	٤٠	٣٣٢	الركبة/اصحى
١٥٠٠٠٠	٢٤	٤٨	١٣	١٠٠	١٠	١٠	٣٠	٣٠	٧١	البحلة
٣١٠٠٠٠	٤٥	٩٠	١٧	٩٠	١٣	١٣	١٩	٣٥	٥٣	تربان
٣٦٠٠٠٠٠	١٢٥	٢٥٠	٢٥	٢٤٠	٣١	٣١	٤٣	٤٥	٩٥	خربة
٤٤٠٠٠٠٠	١٢٥	٢٥٠	٢٥	٢٤٠	٣١	٣١	٤٩	٤٩	١٣٥	الاريدة الصخرى
١٢٠٠٠	—	—	—	٨٠	—	—	١٢	٢٨	٣١	المتدي
—	—	—	—	—	—	—	١٢	١٢	٧٤	مطمان الاريدة
١٠٠٠٠٠	١٠	٢٠	١٣	٥٠٠	١٠	١٠	١٥	٣٠	٨٧٠	الصخرى

مدينة العقبة آنذاك حي الشلالة بين قمة المروحة وخط الساحل. ونظراً لعدم وجود العبارات تأثرت الطرق الفرعية داخل المدينة وتدفقت المياه إلى بعض المساكن مما دفع قاطنيها إلى فتح فجوات باتجاه المروحة حتى تنصرف مياه الفيضان من تلك المساكن.

يتضح ان فيضان عام ١٩٦٣ كان تأثيره متواضعاً على المدينة بسبب تدني قوة الفيضان وتواضع البنية التحتية للمدينة. بينما لم تتعرض المدينة للأثار التدميرية لفيضان وادي اليتم الذي وقع عام ١٩٦٦ بسبب بعدها النسبي عن القنوات الرئيسية للوادي، في الوقت الذي أدى فيضان وادي وهيدة (في نفس الفترة) إلى تدمير نصف مباني مدينة معان وقتل حوالي سبعين شخصاً، وجرح ما يزيد عن ٢٥٠ شخص (شكل ٥) (٣). ففي ليلة ١١ آذار، ١٩٦٢ تكونت عاصفة ماطرة فوق مرتفعات رأس النقب. وسجلت محطة النقب ٧١,٢ ملميمتر مطر (شكل ٥) هطلت خلال اربع ساعات فقط. بينما يبلغ المعدل السنوي بتلك المحطة ١٤٩ ملميمتر، وأصاب العقبة ٣٧ ملميمتر، ومعان ٣٩ ملميمتر في نفس الفترة. وفي المتوسط بلغ معدل المطر الذي هطل في مرتفعات رأس النقب حوالي ٦٠ ملميمتر في الساعات الأربعة، أي بمعدل غزارة مطر ١٥ ملميمتر / ساعة. وقد نجم عن تلك الأمطار الغزيرة فيضان وادي اليتم. وكان الجريان السطحي متطرفاً حيث بلغ التصريف الأعظمي ٥٠٠ متر مكعب / ثانية، وهو ضعف المعدل السنوي لتصريف وادي اليتم. ففي الوقت الذي يقدر فيه معدل التصريف السنوي لوادي اليتم ٢ مليون متر مكعب، فقد بلغ معدل تصريفه اثناء الفيضان ٤ مليون متر مكعب. وهذا يؤكد عنف الفيضان وقوته. وقد اورد بدو للمنطقة بأنه اثناء الفيضان تم حفر قنوات مائية جديدة على مروحة وادي اليتم وقنوات مائية على مراوح الأودية الأخرى المجاورة. وقد رافق هذا الطوفان تكون فيضانات غطائية وأرساب كميات هائلة من الرواسب نتيجة نشاط عمليات الغسل على السفوح.

قدر شيك Schick (٢١) كميات الرواسب التي حملتها اودية وادي عربة الأدنى الشرقية والغربية (بما فيها وادي اليتم ووادي ملغان) اثناء الفيضان وأرسبت في نطاق البهادا والسبخات على مساحة ٥٥٠ كيلومتراً مربعاً حوالي ١٤ مليون طن. منها حوالي مليون طن حملتها الأودية الشرقية ونقلت جميعها من النجود الجرانيتية والحسمى الرملية. وفي الوقت الذي تقدر فيه معدلات الأرساب الطبيعية على مراوح الأودية على الجانب الغربي من وادي

٣٣. لمعرفة الخسائر الناجمة عن فيضان عام ١٩٦٦ في معان يمكن الرجوع إلى :-

Schick, A., 1971, Op. Cit.

Natural Resources Authority, 1966, Op. Cit.

جريدة الجهاد، العدد ٣٨٨٤، آذار، ١٩٦٦، الصفحة الأولى.

جريدة المنار، العددين ١٧٦٩، ١٧٧٠، ١٣، آذار، ١٩٦٦، الصفحة السادسة.

Schick, A., 1971, Op. Cit.

عربة بحوالي ١٤ر مليمتر في السنة (٣٥)، فإن معدلات الارساب على مراوح الجانب الشرقي من وادي عربة الأدنى تفوق المعدل السابق وربما تزيد عن الضعف بسبب ارتفاع معدلات المطر على النجود الجرانيتية ومرتفعات رأس النقب، وزيادة مساحة الأحواض المائية والانحدار بالمقارنة مع نجود النقب، وبالتالي تعاضد الحمولة الرسوبية للأودية. وإذا ما أخذ بعين الاعتبار معدل التسرب الاقليمي في اقليم العقبة وهو ٢٥ر مليمتر / ساعة (٨٦)، فإن البيانات المطرية الخاصة بغزارة المطر تعطي دليلاً كافياً على ان الجريان السطحي يتحقق في اقليم العقبة عموماً عند سقوط كمية من الأمطار تزيد عن عشرة ملليمترات في اليوم و بمعدل غزارة تزيد عن ٢٥ر ملليمتر/ ساعة. وهو امر يتكرر حدوثه بدرجات متفاوتة في المنطقة. وكلما كانت كميات المطر ومعدلات الغزارة اكبر كلما ارتفعت معدلات الجريان السطحي والتي قد تبلغ حد فيضان وادي اليتم المدمر الذي حدث عام ١٩٦٦. وهذا دليل كاف يؤكد عنف فيضانات وادي اليتم والتي يمكن ان تتأثر بها المناطق السكنية الحديثة، والصناعية شمالي العقبة نظراً لامتدادها على طول قدم مروحة وادي اليتم ووسطها. ونظراً لاتساع حوض وادي اليتم التصريفي بالمقارنة مع اودية الشلالة وجيشه وغيرها، فإن حجم الفيضانات وقوتها التدميرية للأودية الصغيرة ستكون اقل مما هي عليه في وادي اليتم. وبالتالي يمكن التعميم بأن اخطار الفيضانات في الاجزاء الشمالية من المدينة تفوق نظيراتها في حي الشلالة (البلدة القديمة) او للنشآت الأخرى على الساحل الجنوبي للمدينة بسبب صغر مساحة احواض الأودية التي تصب في خليج العقبة.

٥. الطرق الصحراوية في منطقة العقبة والعمليات الجيومورفولوجية :-

يواجه المهندسون في تخطيط وتصميم وانشاء الطرق في المناطق الجافة مشكلات هندسية تختلف عن تلك التي تدرسها في المناطق الرطبة. إذ يفرض تباعد المراكز العمرانية وكبر مسافات الطرق، اضافة إلى صغر حجم المرور استثمار اموالاً قليلة لكل وحدة مسافة من الطرق، مما ينعكس على المواصفات الهندسية للطرق الصحراوية. وللأسباب الجيومورفولوجية التي تتميز بها منطقة العقبة، تتركز المراكز العمرانية والأنشطة الاقتصادية اما حول قواعد النجود الجرانيتية كما هو الحال في منخفض القوية على الجانب الشرقي، او على البهادا في الجزء الأدنى من وادي عربة على الجانب الغربي. وبالتالي شقت الطرق اما في بطون الأودية المتسعة، او على طول قواعد الحافات الصدية للنجود وعبر القنوت المائية المؤقتة وسريعة الزوال، والتي تتباين في احجامها وخصائصها الهيدرولوجية، او في نطاق البهادا. ومن امثلة طرق الأودية :-

٣٥. Schick, A., and D., Sharon, 1974, Geomorphology and climatology of arid watersheds. Tech. Rept., Dept. of Geog., The Hebrew University of Jerusalem, p. 10.

Natural Resources Authority, 1966, Op. Cit.

(١) طريق رأس النقب - وادي اليتيم - يتم العمران ، ب - الطرق غير المرصوفة والتي يستخدمها بدو المنطقة ، ج - أجزاء من طريق وادي رم - قاع الديسي (شكل ٥) . ويضم النمط الثاني من الطرق : أ - طريق العقبة - وادي عربة - غور الصافي ، ب - طريق العقبة - مخرج وادي اليتيم . وتعرض جميع الطرق الأتفة الذكر لأخطار الفيضانات والتغطيط بالرواسب ، ونحت وتآكل قواعدها ، وتحطم الجسور والعبارات كما حدث اثناء فيضان وادي اليتيم وروافده عام ١٩٦٦ (شكل ٥) . ويترتب على تلك الأخطار القيام بصيانة الطرق وإزالة للرواسب عقب كل فيضان .

وليس بعيداً عن العقبة تزحف الرمال باستمرار على أجزاء من طريق العقبة - وادي عربة في منطقة غرنديل . ويتضح من الملاحظات الميدانية ان أفضل الطرق التي لا تتأثر بالفيضانات والنحت وزحف الرمال هو طريق مثلث رم - وادي رم بسبب توافق الطريق مع السطح الطوبوغرافي للبيد يمنة مما يتيح للمياه الجارية اثناء الفيضان تخطي الطريق بأقل قدر من الاضرار . كما ان عدم رفع منسوب الطريق فوق سطح البيديمنت منع تراكم الرمال وبالتالي وقف زحفها على الطريق . اما بالنسبة لطريق القويرة - العقبة القديم فقد شق في بطن وادي اليتيم وكان يفترض بين فترة وأخرى للتدمير بفعل الفيضانات . ولا تزال تظهر الآثار التدميرية لفيضان وادي اليتيم عام ١٩٦٦ والفيضانات اللاحقة في قطاعات عديدة منه . ومع بداية السبعينات تم تحويل الطريق ورفع فوق المصابب الحقية لوادي اليتيم بحيث لم تعد تصل اليه مياه الفيضان . ومنذ ذلك الوقت لم يتعرض الطريق لأي أخطار جادة . وعند مخرج الطريق من فجوة وادي اليتيم يلتزم الجزء الشرقي من مروحة الوادي ويتبع الانحدار الطوبوغرافي الطبيعي نسبياً مما يحمل على الاعتقاد بأن الطريق مستقر نسبياً .

تبقى المشكلة واضحة على طريق العقبة - وادي عربة ، حيث اختير موضع الطريق في موقع وسط اي بعيداً نسبياً عن جبهة الجروف الجرانيتية ، واقدام الهدهد ، وبالتالي ابتعد عن أخطار التدمير من التدفقات العارمة عند قمة مروحة وادي اليتيم والحويطي وملغان ، وتقلصت آثار التدفق الغطائي والتفرع القنوي عند اقدام المروحة إلى الحد الأدنى تقريباً . ويخترق الطريق في الجزء الأوسط من سطح المروحة مجموعة من القنوات المائية باستخدام العبارات . وباختبارها وجد ان مناسبتها تتفق مع الانحدار الطبيعي لقناة المجري او المقطع الطبيعي لها لتجنب الارساب . ونلاحظ في أجزاء أخرى ارتفاع منسوب الطريق عن مستوى سطح المروحة مما يجعل الطريق مهدداً بأخطار التدمير من اي فيضان عنيف . وحتى لو كان منسوب سطح الطريق عند نفس منسوب سطح سرير القناة او دونها ، فان ذلك لا يتطلب عبور القنوات باستخدام العبارات (سواء الدائرية او المصنفة) . وتحل المشكلة هنا بقوة جانبي الطريق بغطاءات اسمنتية لحمايتها من النحت القاعدي من جهة ، وترك مياه الفيضان لتجري بحرية على الطريق بالحد الأدنى من التدمير (٣) .

وعندما ترتفع كثافة القنوات المائية، ترتفع كثافة العبارات وهو امر غير مرغوب فيه لطريق حديث كطريق العقبة - غور الصافي حيث بدأت ترتفع عليه كثافة المرور نتيجة نقل البوتاس من غور الصافي إلى العقبة. و يتوقع ان تزداد كثافة المرور عليه بعد استكمال طريق الساحل الشرقي للبحر الميت. و يحذر الا يزيد معدل تواجد العبارات عن عبارة واحدة لكل كيلومتر واحد من الطريق مما يقلل من كلفة انشاءه، كما يحقق التوافق مع السطح الطبيعي للمروحة. و يقترح شيك Schick وشارون Sharon (٢٨) حولا معقولة لمشكلة الطرق في المناطق الصحراوية كم منطقة العقبة والجزء الأدنى من وادي عربة تتمثل فيما يلي :-

١ (ضرورة ان يتبع الطريق النمط الطبوغرافي الأصلي للمراوح الفيضية ما امكن. إذ يزداد تعرض الطريق لأخطار الفيضانات والتدمير كلما ارتفع منسوب الطريق عن سطح المروحة الفيضية والانحدار الطبيعي لها .

ب (تجنب انشاء الاحواض الترسيبية على جانبي الطريق الجزء العلوي من المروحة لأنها سرعان ما تمتلئ برواسب الفيضان في الدقائق او الثواني الاولى من الفيضان. وحتى ترتفع كفاءة احواض الترسيب يجب ان تكون من الحجم بحيث تستوعب ١٠٪ من حجم مياه الفيضان، وهو امر يصعب تقديره بدقة او التنبؤ به، كما يصعب في الغالب حفر احواضاً كبيرة اضافة إلى انها بحاجة إلى تكرار عملية تنظيفها من الرواسب، فضلا عن انها تشوه المنظر الطبيعي للمراوح (٢٩). وقد ثبت ان انشاء الخنادق الموازية للطريق (كما هو الحال في بعض قطاعات طريق العقبة - وادي عربة أحيانا) في مواجهة الجزء العلوي من المروحة يفيد في التعامل مع كمية محدودة من الجريان السطحي. وتفقد هذه الخنادق فاعليتها في حالات التسفك العرم وتبقى بحاجة إلى تنظيف روتيني لازالة الرواسب عقب كل موسم فيضان.

ج- يفضل وضع الطريق على ارضية القنوات المائية بدون انشاء الجسور والعبارات كما هو الحال في طريق وادي رم. ويعني هذا تقليل ارتفاع منسوب الطريق عن منسوب السطح الأصلي (٣٠). ومن هنا يساعد المسح الجيومورفولوجي التفصيلي الذي يسبق تخطيط الطريق على تصميمه ووضعه باتجاه قنوات التصريف او أسفلها إذا كان متعامدا عليها. و يساعد هذا الوضع على تغطية الطريق بطبقة من الرواسب اثناء الفيضان مما يساعد على حمايته من النحت الفجائي.

Schick, A., and D. Sharon, 1974, Op. Cit, p. 14. ٢٨

Schick, A., 1979, p. 356. ٢٩

Cooke, R.U., Goudie, A., and J.C. Doornkamp, 1978, Middle East - review and bibliography of geomorphological contributions. Q.J. Engn. Geol., 11, p. 15. ٤٠

٦. الخاتمة :-

بناء على الدراسة الراهنة يمكن تصنيف المردودات السلبية negative impacts للفيضانات (١١) في منطقة العقبة إلى ثلاثة رتب وهي :-

أ () مردودات من الأولى : وتضم الخسائر التي تقع بسبب الغمر المباشر من مياه الفيضان. وتشمل هذه الخسائر الضحايا من سكان منطقة الكارثة وهلاك الحيوانات، والمباني المخرية، والخدمات المضطربة، وخراب الأراضي الزراعية أو الأراضي المشجرة. كما تؤدي مياه الفيضان الكاسحة إلى تدمير المنشآت الهندسية كالطرق والعبارات والجسور، وتدمير خطوط القوى وشبكات المجاري والمياه والهاتف.

ب () مردودات من الدرجة الثانية وتشمل التخريب الإضافي غير المباشر بفعل مياه الفيضان مثل تدني كفاءة الخدمات العامة، واضطراب حركة النقل والتبادل التجاري مع الأقاليم الأخرى في الأردن، وربما التلوث وانتشار الأمراض والمشكلات الصحية، واضطراب حياة السكان اليومية تبعاً لذلك.

ج () أما المردودات من الدرجة الثالثة فتشمل اضطراب الحياة البرية في منطقة المراوح الفيضية وبخاصة عند أقدامها وتكدس الرواسب المنقولة، وتغير الخصائص الهندسية للقنوات المائية فوق المراوح، وظهور قنوات جديدة مما يشجع على حدوث فيضانات أخرى قد تكون أكثر تدميراً من حيث توزع أثارها المكانية.

وأخيراً يبقى من الضروري القيام بمسوحات جيومورفولوجية تفصيلية بمقياس ١:١٠٠٠٠٠ تغطي المنطقة التي تتضمنها الخطة الهيكلية لمدينة العقبة والمناطق المجاورة لها لمعرفة الأمور التالية :-

- أ () الامتداد المكاني للتربة والرواسب السطحية والصخور.
- ب () تصنيف المواد تبعاً لأصلها بناء على التحليل الجيومورفولوجي والتحليل الترسيبي Sedimentological analysis.
- ج () تقييم تفصيلي لأخطار الفيضانات بإدخال عناصر مقياس الخصائص الهيدرولوجية للأحواض المائية باستخدام المعادلات والنماذج الرياضية إلى تحقق هذا الغرض (١٢).
- د () تقييم المياه الباطنية عند أقدام المراوح للوقوف على تأثير أخطار تجوية الأملاح على أساسات المباني والمنشآت الهندسية. ويتربط على المسوحات الأنفة الذكر توفير خرائط جيومورفولوجية تفصيلية، وخرائط للمواد السطحية، وخرائط للجريان السطحي والشبكة المائية وأخطار الفيضانات، وخرائط تبين أخطار تجوية الأملاح. بالإضافة إلى

١٦. Coates, D., 1985, *Geology and Society*, A Dowden & Culver Book, New York, p. 191.

Cook, R.U., et al., 1985, 238 - 242.

خرائط تفصيلية لكل منطقة من مناطق استعمالات الاراضي الراهنة والمستقبلية ضمن حدود بلدية المدينة الكبرى.

هـ) تحديد طبيعة ورتبة المردودات السلبية للأخطار الجيومورفولوجية في كل قطاع من قطاعات المدينة لاتخاذ الاجراءات الوقائية المناسبة.

وتجدر الاشارة إلى أنّ منع الاخطار الجيومورفولوجية او تخفيف حدتها، او ضبطها في منطقة العقبة لن يكون فاعلا الا إذا اقترنت الاجراءات الأنفة الذكر بتطبيق الأساليب التي طورت لادارة المناطق التي تخضع للأخطار البيئية بشكل او بآخر. وتضم هذه الأساليب: الاجراءات الانشائية Structural measures كمشاريع ضبط الفيضانات، والتدخل القانوني، ووضع سياسات لاستعمالات الاراضي ومراقبة تنفيذها بدقة، وامتصاص الخسائر المترتبة على الفيضانات.

رقم الايداع لدى دائرة المكتبات والوثائق الوطنية
(١٩٨٩/١٠/٦٦٤)

*All Copyrights are Reserved
for the University of Jordan
Amman*

Publications Of The University Of Jordan



Geomorphological Studies on Southern Jordan

Prof. Dr. Yahya Farhan

Geography Department
University of Jordan

Prof. Dr. Salah Beheiry

Geography Department
University of Jordan

Dr. Mohammed Abu-Safat

Geography Department
Al-Najah University

First Edition

Amman, 1989

Publications Of The University Of Jordan



Geomorphological Studies on Southern Jordan

Prof. Dr. Yahya Farhan

Geography Department
University of Jordan

Prof. Dr. Salah Beheiry

Geography Department
University of Jordan

Dr. Mohammed Abu-Safat

Geography Department
Al-Najah University

First Edition

Amman, 1989

Bibliotheca Alexandrina



0406840